

СТАРООСКОЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ им. А.А. УГАРОВА



XV

**ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

**«Современные проблемы горно-металлургического комплекса.
Наука и производство»**

**21 - 23 ноября 2018 г.
г. Старый Оскол**

Министерство образования и науки Российской Федерации
Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Современные проблемы
горно-металлургического комплекса.
Наука и производство

Материалы

Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с
международным участием

21-23 ноября 2018 г.

г. Старый Оскол

УДК 622: 669
ББК 33: 34.3
С 568

Редакционная коллегия:

Еременко Юрий Иванович – декан факультета автоматизации и информационных технологий, зав. кафедрой АИСУ СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.т.н.

Ильичева Елена Вячеславовна – зам. директора по учебно-методической работе СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.э.н.

Демьяненко Маргарита Сергеевна – декан инженерно-экономического факультета СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.э.н.

Крафт Людмила Николаевна – зав. кафедрой химии и физики СТИ НИТУ «МИСиС», проф., к.т.н.

Кожухов Алексей Александрович – декан горного факультета, зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС», доц., д.т.н.

Макаров Алексей Владимирович – декан факультета металлургических и машиностроительных технологий, зав. кафедрой ТОММ им. В.Б. Крахта СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.

Рецензенты:

Еременко Юрий Иванович – декан факультета автоматизации и информационных технологий, зав. кафедрой АИСУ СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.т.н.

Ильичева Елена Вячеславовна – зам. директора по учебно-методической работе СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.э.н.

Демьяненко Маргарита Сергеевна – декан инженерно-экономического факультета СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.э.н.

Крафт Людмила Николаевна – зав. кафедрой химии и физики СТИ НИТУ «МИСиС», проф., к.т.н.

Кожухов Алексей Александрович – декан горного факультета, зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС», доц., д.т.н.

Макаров Алексей Владимирович – декан факультета металлургических и машиностроительных технологий, зав. кафедрой ТОММ им. В.Б. Крахта СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.

Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы
С568 Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, 21-23 ноября 2018 г. /
редколлегия: Ю.И. Еременко, Е.В. Ильичева, Л.Н. Крафт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, М.С.
Демьяненко – Старый Оскол, 2018. – 621 с.

Сборник материалов Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции
«Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство»

Материалы публикуются в авторской редакции.

УДК 622: 669
ББК 33: 34.3

СЕКЦИЯ: МЕТАЛЛУРГИЯ

THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT CONDITIONS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF Cu/Al COMPOSITE SHEET METAL

Wacław Muzykiewicz

AGH University of Science and Technology, Faculty of Non-Ferrous Metals

Poland, 30-059 Kraków, A. Mickiewicza Av. 30

muzywac@agh.edu.pl, +48 12 617 39 53

Abstract. *The paper concerns the investigations of the annealing conditions of Cu/Al laminar composite sheet metal. Diagrams of the dependence of the mechanical properties of Cu/Al composite sheet on the annealing temperature and annealing time have been worked out. The optimal range of the recrystallization temperature and the optimal time of recrystallizing annealing for the optimal temperature were determined. The optimisation criterion was the maximal plasticity of the material with its sufficiently high strength, satisfied when retaining the stability of the examined parameters.*

Keywords: *laminar composite; bimetallic sheet metal; mechanical properties; heat treatment; annealing temperature; annealing time.*

Introduction. Multilayer sheet metal belongs to the group of composite materials used in many branches of industry. The rapid development of the investigations of composites is induced, among others, by the search for materials with high mechanical properties, able to work in a chemically active environment as well as at high temperature. The interest in the metallic multilayer materials is due also to the possibility to replace the more expensive homogeneous materials by the composites. Wide application have found the metallic three-layer composites (the so-called sandwich structures), e.g. brass-steel-brass strips intended for drawing, and the silver-brass-silver strips used mainly in electronics. Bimetals most frequently applied in the electronics and electrical industry are the brass-silver sheets and copper-aluminium sheets (the so-called cupal). The Cu/Al sheet metal is commonly used for inserts to join the conductors and for lines of high frequency. [1-6]

There are known various methods of producing layered composite materials – plying up by means of an outburst, joining by hot and cold rolling of a package of metals in the course of which there takes place diffusional bonding of appropriately prepared layers of the composite,

rolling of sheets, joined preliminarily by an outburst, rolling of metal powders, pressure welding, cold friction welding. The cupal sheet metal is obtained on industrial scale by the method of rolling. Annealed and cleaned, hot aluminium sheet slabs of EN AW-1050A (Al 99,5) grade are placed on sheet slabs from annealed, etched and cleaned copper Cu-ETP (Cu 99,9E) of room temperature. The charge prepared in this way is hot rolled, and as a result a bimetallic sheet, a few millimetres thick, is obtained. At the next stage, by cold rolling the Cu/Al sheet metal of preset thickness is obtained, in the hardened state. The complete technological process comprises also a number of necessary auxiliary operations, such as cutting the charge, intermediate annealing and final treatment of the sheet metal.

The aim and the range of investigations. The starting material for the investigations was the cupal sheet metal in the hard state, with the thickness 0,7 mm and the ratio of the layers thickness of about 1:1. Plastic forming of such a material requires prior thermal treatment (recrystallizing annealing). The minimal level of the mechanical properties of Cu/Al composite sheet for the recrystallized state, defined by the standard, for the tensile strength is 150 MPa, and for the ultimate elongation is 30 %.

The aim of the investigations was to determine the dependence of the mechanical properties of Cu/Al sheet metal on temperature and the annealing time, and to determine the optimal temperature and time of recrystallization. As the optimisation criterion there has been accepted the maximal plasticity of the material with the admissible level of its strength.

At the first stage the effect of temperature with the annealing time set for 30 minutes was investigated. Basing on the characteristics of the component materials and the Al–Cu equilibrium diagram a wide temperature range of recrystallizing annealing: from 250 to 550°C has been determined. On the basis of the results for temperatures changing by 50 degrees the general character of the dependence of the mechanical properties on temperature was determined. Basing on these dependences there has been established a limited range of temperatures, essential on account of the differentiation of the plastic and strength properties. Further investigations were carried out in the range between 270 and 380°C, and the temperature step reduced to 10 degrees. The second stage of investigations comprised the examination of the dependence of the mechanical properties of the composite sheet on the annealing time. It fell within the range from 10 to 60 minutes, while in the range from 10 to 30 minutes the step of time variation was 5 minutes. The recrystallization temperature in this case was 360°C. It was the optimal temperature determined at the first stage of investigations. The samples were annealed in a laboratory muffle resistance furnace, with the maximal working temperature 1150°C.

In order to determine the mechanical properties specimens were cut out from the cupal metal sheet at the angle 0°, 45° and 90° to the rolling direction. For each temperature-time variant of annealing three specimens from each direction were subjected to tension. The offset yield strength $R_{p0.2}$, the tensile strength R_m , the uniform elongation A_u , as well as the % elongation after the break $A_{50 \text{ mm}}$ (ultimate elongation) were determined. The values used to prepare the diagrams showing the dependence of the properties on temperature and annealing time were the arithmetic means from the arithmetic means for the particular directions. They have been calculated according to the relation:

$$x_{\text{am}} = \frac{1}{4} (x_0 + 2x_{45} + x_{90})$$

where x denotes the respective property.

Investigation results. The tensile strength of the examined Cu/Al sheet metal in a hardened state was approximately 50 % greater than the required minimal value, which is equal to 200 MPa. The ultimate elongation was on the level of 2 % (minimal value for hardened state is 1,5 %).

Effect of the annealing temperature on the properties of Cu/Al sheet metal. Figure 1 shows the diagrams of the dependence of the mechanical properties of Cu/Al sheet metal on the annealing temperature. [7] The required level of the average properties ($A_{50 \text{ mm}}$ above 30 % and R_m not smaller than 150 MPa) is guaranteed by annealing at temperatures between 340 and 500°C. When taking into consideration the scatter of the measured values of elongation and strength, the range of good annealing temperature becomes reduced to the interval of the values (350–450)°C.

Compression of the temperature step enabled to determine the optimal temperature of recrystallizing annealing for the annealing time equal to 30 minutes. This is the temperature $T_r = 360^\circ\text{C}$. For this temperature there has been obtained the greatest elongation ($A_{50 \text{ mm}} = 39,4\%$), with appropriate tensile strength of the material ($R_m = 160 \text{ MPa}$). The optimal temperature range falls within the interval (350–370)°C.

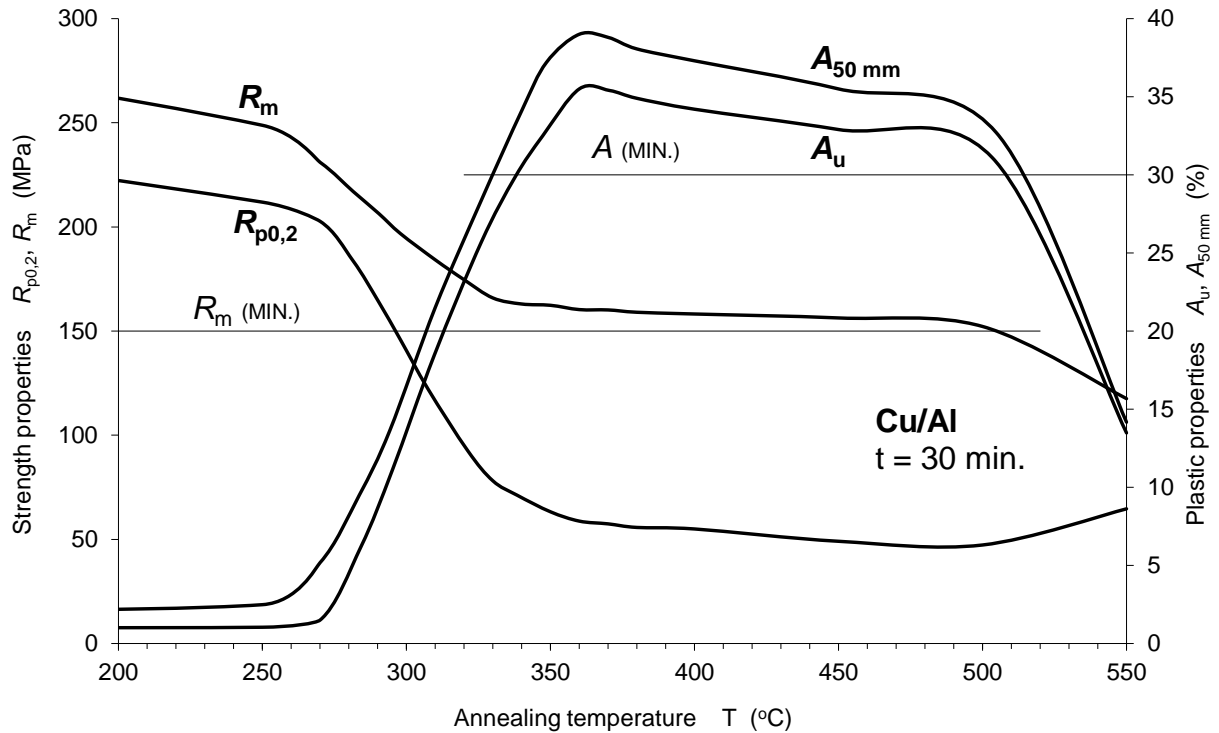


Fig. 1 – Dependence of the mechanical properties of Cu/Al sheet metal on the annealing temperature

From the point of view of the recovery of the plastic properties of a hardened material of Cu/Al composite it can be accepted that recrystallization (for 30 minutes annealing time) begins at the temperature above 250°C (curve $A_{50\text{ mm}}$ on Fig. 1). A noticeable reduction of the strength properties is observed already earlier. Next, up to the temperature 360°C , there takes place intensive increase of the value of uniform end ultimate elongation followed by their noticeable decrease, which is very intensive at the temperature 550°C . The difference between the uniform and the ultimate elongation at this temperature is minimal (not exceeding 1%).

The strength properties of this composite throughout this time continue to decrease with various intensity as the temperature increases (an exception is the increase of the yield point at the temperature 550°C). Worthy of note is also a more intensive decrease of the yield point than that of the strength of the material. For example, at the temperature 360°C the value of R_{p02} is nearly 4,5 times lower in comparison with this value in the hardened state, and the value of R_m is only less than 2 times lower. From the point of view of plastic workability of the composite this is advantageous, since it means the increase of the so-called plasticity margin.

The above mentioned drastic drop of the plastic properties, a great decrease of the tensile strength and a certain increase in the yield point of Cu/Al sheet metal following its annealing at the temperature 550°C need separate comments. The temperature 550°C is by about 2 degrees higher than the temperature of eutectic in the equilibrium system Al–Cu (548,2°C). One of the more important hypothesis of bonding metals in the solid state in the processes of plastic working is the diffusion hypothesis. Basing on the literature data on the diffusion bonding of aluminium with copper in the temperature range (530-550)°C it can be assumed that during heating of the examined Cu/Al sheet metal at the temperature 550°C for 30 min., a local brittle intermetallic Al–Cu phase may be formed, a liquid Al–Cu–Fe phase may appear at places, the formation of liquid Al–Cu eutectic (at least locally) is also very probable, and a complete melting of the joint cannot be excluded, either. As a result of the above described phenomena, after the annealed composite was allowed to cool, an intermediate layer of low plastic and low strength could be formed. [8, 9] The presented interpretation appears to be the most probable, although the effect of the disadvantageous growth of grains in the area of the joint (recrystallization hypothesis) cannot be excluded.

Comparison of the mechanical properties of Cu/Al with the respective literature data on copper and aluminium properties (Fig. 2) illustrates the specificity of the examined material. The effect of the properties of the joint on the characteristics of the material is especially visible in the case of elongation. For low annealing temperatures the percentage elongation of Cu/Al is smaller than in the case of pure metals. Only the sheet metal annealed at higher temperatures (between 320 and 500°C) is characterized by elongation of intermediate values which, however, are not the mean of elongations for aluminium and copper. Such a situation, on the other hand, takes place, approximately, with reference to the tensile strength of materials in the annealed state. The more hardened the bimetallic sheet the closer its strength to that of copper.

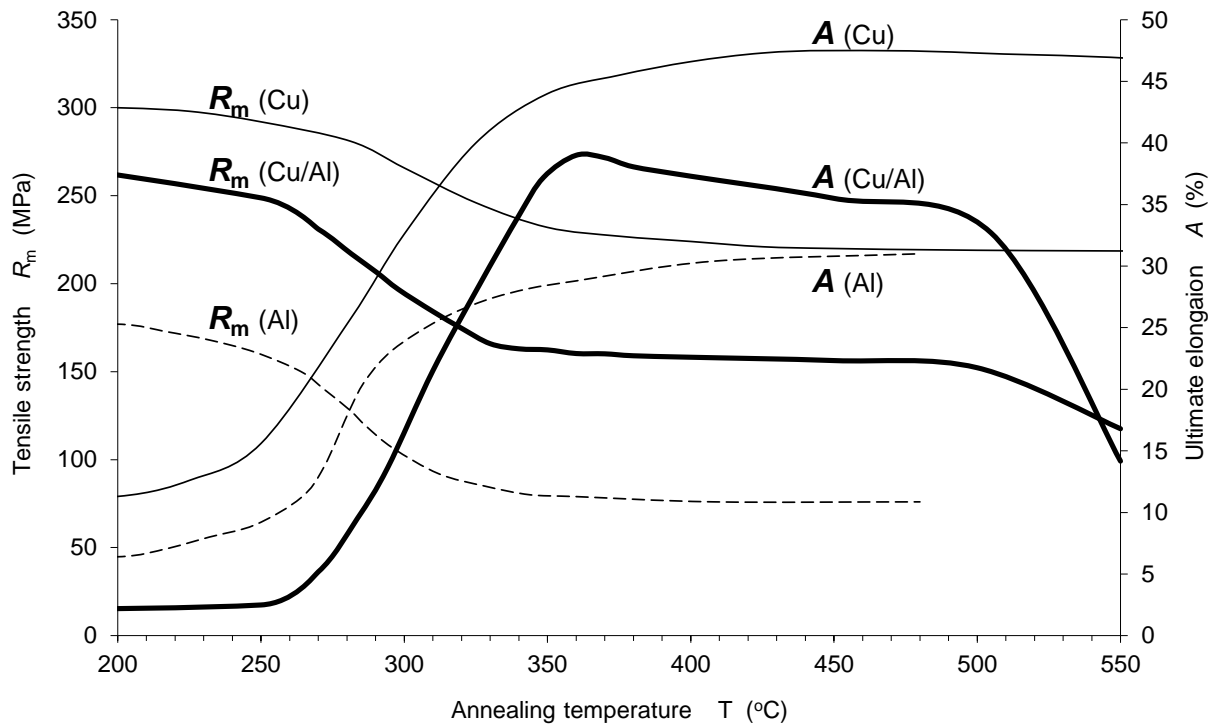


Fig. 2 – Dependence of the mechanical properties on the annealing temperature for cupal sheet metal and the component materials (Cu, Al)

Effect of the annealing time on the properties of Cu/Al sheet metal. On the basis of the results of the second stage of investigations there have been prepared the diagrams illustrating the dependence of the mechanical properties of Cu/Al sheet metal on the annealing time (Fig. 3). [10]

Heating of the cupal sheet metal at the temperature 360°C for 20 minutes enables to exceed the minimal level of ultimate elongation $A_{50\text{ mm}}$ (above $A_{\text{ (MIN.)}} = 30\%$) and to obtain the tensile strength R_m above the minimal level ($R_{m\text{ (MIN.)}} = 150\text{ MPa}$). Annealing carried out for a time shorter than 15 min., results in the instability of the mechanical properties of the sheet metal. It is a phase of intensive increase of the plastic properties and the decrease of the strength properties. Annealing for a time longer than 20 minutes causes at first further slight decrease of the strength properties which afterwards remain more or less at the same level. The plastic properties become also slightly diminished with the extending of the annealing time above 20 min., attain a sort of a local minimum for 30 min. Further prolongation of the annealing time causes a renewed increase of the plastic properties, which, however, is not significant enough to justify the increased cost of thermal treatment connected with the prolongation of the heating time of the material.

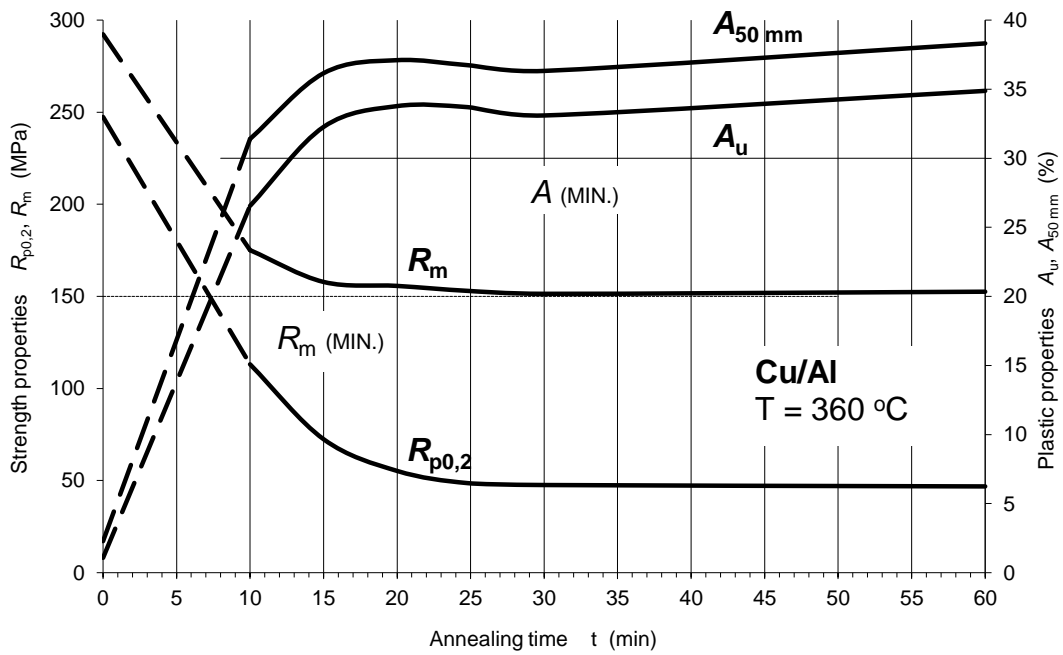


Fig. 3 – Dependence of the mechanical properties of Cu/Al sheet metal on the annealing time

Conclusions. The essential theoretical value of the study are the diagrams of the dependence of the mechanical properties of Cu/Al sheet metal on temperature and time of annealing. On their basis there have been determined the optimal conditions of thermal treatment of the Cu/Al sheet metal, accepting as a criterion the maximal plasticity of the material with its sufficiently high strength. Consideration has been given to the fact that the optimisation criterion is satisfied while retaining the stability of the material properties. The optimal temperature range of recrystallizing annealing falls in the interval (350–370)°C, and 360°C can be accepted as the optimal temperature of recrystallization. The heating time, necessary to carry out complete recrystallization of the material, is 20 minutes.

The properties of Cu/Al sheet metal are not a direct averaging of the properties of the components. This refers especially to elongation, whose course as a function of the annealing temperature (against the background of the curves for copper and aluminium) is evidence of a strong interaction of the joint on the properties of the composite. Annealing of bimetallic sheet metal at temperature close to the temperature of eutectic transformation in the phase diagram Al–Cu leads to drastic reduction of its plasticity and tensile strength.

Extension of the obtained results on industrial scale would require taking into consideration the bulk factor of the thermally treated charge.

References

1. Grabski M.W., Kozubowski J.A.: *Inżynieria materiałowa – geneza, istota, perspektywy*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2003
2. Askeland D.R.: *The science and engineering of materials*. PWS–KENT Publishing Company, Boston, Massachusetts 1984
3. Ślężiona J.: *Podstawy technologii kompozytów*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 1998
4. Ashby M.F., Jones D.R.H.: *Materiały inżynierskie*, tom 1: *Właściwości i zastosowania*, tom 2: *Kształtowanie struktury i właściwości, dobór materiałów*. Polish edition: WNT, Warszawa 1995 (t. 1), 1996 (t. 2)
5. Ashby M., Shercliff H., Cebon D.: *Materials engineering, science, processing and desing*. Elsevier Ltd.; Polish edition: *Inżynieria materiałowa* (tom 1 i 2). Wyd. Galaktyka Sp. z o.o., Łódź 2011
6. Li X., Carlsson L. A.: *The Tilted Sandwich Debond (TSD) Specimen for Face/Core Interface Fracture Characterization*. Journal of Sandwich Structures and Materials, 1 (1999), 60-75
7. Muzykiewicz W., Rękas A.: *Wpływ temperatury wyżarzania na własności mechaniczne blachy bimetalowej Cu/Al*. Obróbka Plastyczna Metali, 11 (2000) 3, 73-82
8. Kowalczyk L.: *Łączenie metali w stanie stałym w procesach obróbki plastycznej*. WNT, Warszawa 1988
9. Bushby R. S., Scott V. D.: *Liquid phase bonding of aluminium and aluminium / Nicalon composite using copper interlayers*. Materials Science and Technology, 9 (1993), 417-423
10. Muzykiewicz W., Rękas A.: *Wpływ czasu wyżarzania na własności mechaniczne blachy bimetalowej Cu/Al*. Obróbka Plastyczna Metali, 11 (2000) 5, 61-67

**ПОЛУЧЕНИЕ ЧУГУНА И АЛЮМИНАТНОГО ШЛАКА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ
КРАСНОГО ШЛАМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОДНОСТАДИЙНОГО
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА**

Анисонян К.Г., Копьёв Д.Ю., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б.

ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Россия, г. Москва

grikar84@mail.ru; dimas1803@mail.ru, toliun@yandex.ru; sadykhov@imet.ac.ru

119991 г. Москва, Ленинский проспект, 49, тел. +7(499)135-9535

***Аннотация.** На основе проведенных исследований по переработке красного шлама предлагается процесс одностадийного восстановительного обжига с одновременным получением чугуна – продукта для сталелитейной промышленности, и алюминатного шлама, пригодного для производства глинозема. Обжиг проводится для восстановления оксидов железа до металла и одновременного перевода алюминия в водорастворимый алюминат натрия, что обеспечивается добавлением в шихту Na_2CO_3 и CaCO_3 в определенных соотношениях.*

***Ключевые слова:** красный шлам, производство глинозема, пирометаллургическая переработка, восстановительный обжиг, чугун, алюминатный шлак, утилизация отходов.*

**THE PRODUCTION OF CAST-IRON AND ALUMINATE SLAG IN THE
PROCESSING OF RED MUD WITH THE USE OF SINGLE-STAGE REDUCTIVE
ROASTING**

Anisonyan K.G., Kopyev D.Yu., Oljunina T.V., Sadyhov G.B.

Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science, Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

***Abstract.** On the basis of the performed research of the red mud processing, the process of single – stage reduction roasting with simultaneous production of cast iron – a product for the steel industry, and aluminate slag suitable for the production of alumina is proposed. The roasting is carried out for reduction of iron oxides to the metal and the simultaneous transfer of aluminium in a water-soluble sodium aluminate, which is provided by adding to the mixture of Na_2CO_3 and CaCO_3 in certain ratios.*

***Keywords:** red mud, alumina production, pyrometallurgical processing, reducing roasting, pig iron, aluminate slag, recycling of wastes.*

Красный шлам является основным отходом алюминиевого производства. Он представляет собой тонкодисперсный материал, состоящий из оксидов железа и

различных гидроалюмосиликатов натрия и кальция. Содержание компонентов красного шлама при производстве глинозема по способу Байера колеблется в широких пределах (%): 25-60 Fe_2O_3 , 8-20 Al_2O_3 , 4-15 SiO_2 , 5-15 CaO , 2-5 Na_2O , 2-5 TiO_2 и пр. [1]. При производстве 1 т глинозема по способу Байера образуется более 1 тонны красного шлама, а при производстве по способу спекания - 2,5 т. В настоящее время эффективные технологии переработки красного шлама отсутствуют, в связи с чем он практически не используется, а складывается в специальных шламохранилищах при глиноземных заводах. Ежегодно в мире в отвалы отправляют десятки миллионов тонн красных шламов [2], а в России красных шламов накопилось более 100 млн. т. Между тем, постоянно накапливаемые отходы представляют серьезную техногенную угрозу окружающей среде и близлежащим населенным пунктам [3]. Применение эффективной комплексной переработки красного шлама позволит не только утилизировать техногенные отходы, но и сделать его потенциальным источником алюминиевого сырья, железа и других ценных сопутствующих компонентов.

В связи с этим, нами в ИМЕТ РАН разрабатывается процесс одностадийного восстановительного обжига с одновременным получением чугуна – продукта для сталелитейной промышленности, и алюминатного шлага, пригодного для производства глинозема [4]. При этом восстановление железа и образование алюмината натрия протекают одновременно, что исключает необходимость проведения дополнительной операции спекания.

Для определения оптимальных условий проведения восстановительного обжига, направленного на наиболее полный перевод железа в металлическую фазу, была проведена серия экспериментов при различных температурах и при расходе кокса от 7,5 до 9,0%. В результате было установлено, что при расходе кокса 8,5-9,0% в условиях восстановительного обжига достигается высокая степень восстановления железа в металлическую фазу. Содержание остаточного железа в шлаке колеблется в интервале 3,5-5,0%. При этом практически полная металлизация железа и отделение его от шлага происходит при относительно низких температурах (1350-1375°C), в результате чего получается углеродистый металл – чугун. Снижение расхода кокса до 8,0% и менее приводит к уменьшению степени металлизации железа, а также к необходимости повышения температуры процесса до 1400-1425°C. При этом содержание железа в шлаке увеличивается до 6%. При расходе кокса более 9,0% шлаг становится довольно тугоплавким, что отрицательно сказывается на разделении металлической и шлаковой фаз. Поэтому такой состав шихты требует проведения процесса восстановления при более высоких температурах – 1400-1450°C и выше. Таким образом, оптимальными условиями

процесса восстановления красного шлама для максимального перевода железа в металл являются следующие: расход кокса 8,5-9,0%, температура 1350-1375°C.

В шлаках, полученных в температурной области 1330-1425°C, содержание Na_2O составляет 6,8-7,5%. Это говорит о том, что в этих условиях, благодаря небольшой продолжительности процесса (нагревание от 1000 до 1400°C происходит всего 5-7 мин), практически не происходит возгонки щелочи, и натрий сохраняется в шлаковой фазе, входя в состав нефелина NaAlSiO_4 . Алюминий кроме нефелина входит также в состав другого алюмосиликата – геленита $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}$.

Согласно результатам термодинамического моделирования процесса шлакообразования в системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{CaO}$, был проведен восстановительный обжиг красного шлама с добавками 9% кокса и 15% соды при температуре 1400°C. При этом для изучения влияния содержания CaCO_3 на формирование фазового состава шлака были проведены опыты с добавкой 6, 9 и 20% CaCO_3 к исходной шихте. Изучение фазового состава полученных шлаков показало, что наряду с NaAlO_2 в шлаках присутствуют в небольшом количестве геленит $\text{CaAl}(\text{SiAlO}_6)$, $\text{Na}_2\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$ и $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$. Эти алюминийсодержащие фазы в условиях выщелачивания не растворяются, что отрицательно влияет на показатели извлечения алюминия из шлака. Уменьшение количества нежелательных алюмосиликатов в шлаке достигается увеличением количества CaCO_3 . Так, при добавке 20% CaCO_3 образуется двукальциевый силикат Ca_2SiO_4 . Очевидно, повышенное количество CaCO_3 приводит к уменьшению количества геленита, обеспечивая перевод кремнезема в двукальциевый силикат.

Проведенные исследования показали возможность одновременного получения чугуна и алюминатного шлака при восстановлении красного шлама. Для уточнения состава исходной шихты в настоящее время проводятся исследования по гидрометаллургической переработке алюминатных шлаков.

Исследование выполняется за счет гранта Российского научного фонда (проект №17-73-10414).

Список литературы

1. Лайнер А.И., Еремин Н.И., Лайнер Ю.А. Производство глинозема. М.: Металлургия, 1978. – 344 с.
2. Трушко В.Л., Утков В.А., Бажин В.Ю. Актуальность и возможности полной переработки красных шламов глиноземного производства // Записки горного института. 2017. Т.227. С.547-553.

3. Огородникова Е.Н., Николаева С.К. Красный шлам, вопросы хранения и использования // Сб. тр. научно-практической конференции «Инженерно-геологические задачи современности и методы их решения», г. Москва. 2017. С. 284-288.

4. Anisonyan K. G., Kopyev D. Yu., Goncharov K. V., Sadykhov G. B. An investigation of a single-stage red mud reducing roasting process with the cast iron and aluminate slag production // Non-ferrous Metals, 2018, N.1. Pp. 18-23.

**К ВОПРОСУ ЭНЕРГОСИЛОВОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ НАГРУЖЕНИЯ
КЛЕТЕЙ РЕДУКЦИОННО-КАЛИБРУЮЩЕГО БЛОКА ПРИ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПРОКАТКЕ**

Березин О.И.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
oleg.toyota2014@yandex.ru*

***Аннотация.** Представлены результаты анализа технологических аспектов расширения использования редуционно-калибрующих блоков (РКБ) трехвалковых клетей. Выполненный анализ показывает, что, несмотря на широкое использование РКБ в прокатном производстве, дальнейшее расширение спектра выпускаемой продукции, в сторону увеличения сечений, требует проведения дополнительных исследований, особенно в плоскости энергосиловой оценки динамики нагружения клетей редуционно-калибрующего блока при низкотемпературной прокатке.*

***Ключевые слова:** непрерывнолитая заготовка, редуционно-калибровочный блок, деформация, калибровка, прокатный стан.*

**POWER RATING OF DYNAMICS LOADING OF REDUCTION STAND OF THE
REDUCTION AND SIZING MILL AT A COLD ROLLING**

Berezin O.I.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The results of the analysis of technological aspects of the expansion of the use of reduction and sizing mills (RSM) of three-roll stand are presented. The analysis shows that, despite the widespread use of RSM in rolling production, further expansion of the range of products, in the direction of increasing the cross sections, requires additional research, especially in the plane of energy-force assessment of the dynamics of loading of the reduction and sizing mill stands at low-temperature rolling.*

***Keywords:** continuously cast billet, reducing and sizing block, deformation, calibration, rolling mill.*

Впервые трехвалковые клетки были применены для производства проката круглого сечения еще в 1954 году. Однако использование подобных клетей по одиночно выявило

ряд недостатков, важнейшим из которых было продольное скручивание раската. Данное обстоятельство предопределило тот факт, что в дальнейшем данные клетки стали группировать в компактные блоки (Рисунок 1). Именно компактная группировка клеток в блоки совершила технологический прорыв вначале 60-х годов прошлого столетия. Вместе с тем, и до сегодняшнего дня эти клетки непрерывно совершенствуются как и совершенствуется технологический процесс прокатки с их использованием [1-3].

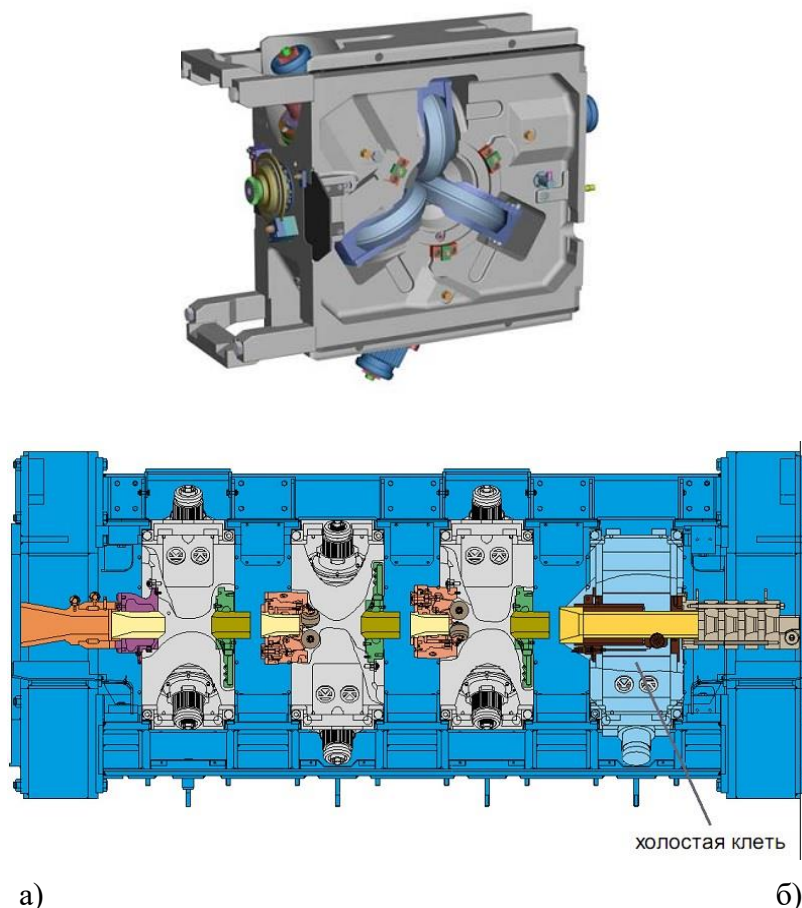


Рисунок 1 – Вид отдельной клетки (а) и компактного блока из 4-х клеток (б)

Основные особенности конструкции трехвалковых блоков были описаны в ранее опубликованных работах [1,4]. Особенности редукционно-калибрующих блоков (РКБ) современной конструкции, которые встречаются на предприятиях России (РКБ в мелкосортной линии стана 350 - производство кругов $\varnothing 12-40$ мм, РКБ на мелкосортном стане 350 ОАО «Тюменьсталь» - производство кругов $\varnothing 10-42$ мм, РКБ в среднесортной линии стана 350 ОАО ОЭМК - производство кругов $\varnothing 25-83$ мм) сводятся к следующим моментам.

Традиционно 4-х клетевой РКБ (Рисунок 1б) состоит из следующих основных узлов и компонентов:

- станины 4-х клетьевой многослойной конструкции с передней и задней опорными плитами, промежуточным столом;
- трансмиссионных узлов и шпинделей;
- гидравлической системы регулирования;
- четырех трехвалковых кассет;
- трехроликовых направляющих с газовыми амортизаторами (обычно на одну меньше, чем число клетей);
- кассет с холостыми роликами.

В большинстве случаев, станина имеет вид сварной конструкции и включает одну балку для приема клетей. Верхняя часть станины смонтирована и соединена с поперечиной станины посредством боковых опор, в верхней части закреплены неподвижные элементы станины, включая цилиндры зажима клетки. Основная опорная рама представляет собой металлическую конструкцию коробчатого сечения. К основной раме прикреплены направляющие и зажимные устройства для 3-х валковых клетей, представляющие собой гидравлические цилиндры. Устройства втягивания и удерживания всех валов в фиксированном положении жестко закреплены к основной раме и представляют собой гидравлические цилиндры.

Система регулировки валков гидроцилиндрами встроена в станину. В станину встроена также система отвода и поддержания позиции для входных приводных валов кассет.

РКБ оснащен также индивидуальными приводными агрегатами отдельно для каждой клетки, которые предназначены для передачи крутящего момента от двигателей главных приводов к валкам кассет редукционно-калибровочного блока. Двигатели переменного (или постоянного) тока соединены с главным редуктором посредством предохранительных муфт. Каждый отдельный главный редуктор состоит из переключающей и распределительной части и оборудован тремя выходными валами.

Выходные верхний и нижний валы главных редукторов подсоединены к верхним и нижним коническим редукторам универсальными шпинделями. Средние валы главных редукторов соединены напрямую с валками универсальными шпинделями и зубчатыми муфтами.

Конические редукторы оборудованы подвижными выходными валами с приводом от гидроцилиндров, соединенные с шпинделями валков в кассете универсальными шпинделями с зубчатыми муфтами.

Гидравлическая система регулирования предназначена для обеспечения индивидуальной регулировки каждого прокатного валка также во время прокатки с целью

изменения размеров обжатия прокатываемой заготовки путем воздействия гидравлическими цилиндрами на рычаги сведения валков.

Трех валковая кассета (Рисунок 1а) предназначена для установки в ней приводных валов с прокатными валками, которые обеспечивают обжатие металла, а также установки на нее вводных направляющих для центрирования металла в прокатных валках РКБ. Кассета в сборе устанавливается на станине РКБ и предназначена для получения готового проката с требуемыми характеристиками (точность диаметров, качество поверхности).

Кассета валков имеет прямоугольную форму. Все валы валков имеют шлицевые соединительные втулки, автоматически соединяемые с соединительными муфтами конических зубчатых валов. Роликоподшипник и контактная поверхность регулировочного цилиндра интегрированы в один поворотный рычаг, встроенные газовые амортизаторы обеспечивают отсутствие зазора в системе. Вся подача энергоносителей, например, охлаждающей воды, воздушно-масляной смазки автоматически соединяется посредством муфты для энергоносителей, которая автоматически соединяется с трубопроводами подачи энергосред путем ввода клетки в блок.

Трехвалковая система калибров обеспечивает в очаге деформации схему всестороннего сжатия, благоприятно влияющую на качество, особенно при прокатке труднодеформируемых и легированных сталей и сплавов по сравнению с традиционной двухвалковой [5-8].

Анализ применяемых в РКБ калибровок показал, что наиболее часто калибровка валков трехвалковых блоков представляет собой либо систему однородных треугольных калибров (треугольник-треугольник); либо систему чередующихся калибров («стрельчатый треугольник-круг») [9]. Систему «треугольник-треугольник» для прокатки стального круглого проката применяет фирма KOKS.

Начавшееся в последние 15-20 лет использование РКБ для реализации процесса низкотемпературной прокатки (таблица 1) создало предпосылки как для дальнейшего усовершенствования используемых систем калибров, так и потребовало энергосиловой оценки динамики нагружения клеток РКБ.

Таблица 1 – Чистовая прокатка круглого проката с использованием РКБ в потоке ЛПК-5 компании BAOSTEEL SHANGHAI

Группа стали	Т-ра на входе клетки №7, °С	Т-ра на входе РКБ, °С	Т-ра на входе холодильника, °С	Система DSC	Замедленное охлаждение
Аустенитная нержавеющая сталь	1030-1070	970-1030	-	Не испол.	Не испол.

Аустенитная клапанная нержавеющая сталь	1100-1120	980-1030	-	Не использ.	Не использ.
Мартенситная нержавеющая сталь	1020-1100	950-1000	-	Используй.	Используй.
Ферритная нержавеющая сталь	950-970	880-920	870-890	Не использ.	Используй.
Подшипниковая сталь	970-990	780-840	720-760	Используй.	Не использ.
Пружинная сталь	950-970	780-840	780-820	Используй.	Не использ.
Сталь для холодной высадки	950-970	840-860	820-840	Используй.	Не использ.
Низколегированная сталь	950-970	820-860	800-840	Используй.	Не использ.
Углеродистая конструкционная сталь	950-970	860-900	840-860	Используй.	Не использ.
Автоматная сталь	950-970	880-920	860-880	Используй.	Не использ.

Снижение температуры прокатки и возникновение градиента температур между поверхностью и центром раската [10-12] меняет в целом характер течения металла в калибрах (интенсифицируется поперечное течение) с одной стороны, а с другой, приводит: к повышению неравномерности проработки структуры металла по сечению [13-15]; разнотекучности металла по сечению профиля, а в ряде случаев к появлению структурных составляющих, обладающих различными коэффициентами линейного расширения. В следствие этого возможны проявления колебаний диаметра круга в одном сечении, а также в сечениях по длине прутка.

Кроме того, использование РКБ для реализации процесса низкотемпературной прокатки в условиях сортовых станов интегрированных в технологическую систему мини-заводов, работающих, как правило на непрерывнолитой заготовке малого сечения (чаще всего квадрат 150x150 мм) потребовало определения (в условиях каждого из станов) максимального сечения проката, в котором удастся достичь полной проработки металла. Не выполнение данного условия приводит к тому, что в сечении готового проката, почившего суммарную вытяжку в пределах 5-6 могут выявляются следы литой структуры [16], такой метал можно использовать только для переделки в продукцию не ответственного назначения [17]. Аналогичные явления в полной мере наблюдаются и при обработке давлением цветных металлов [18,19].

В свою очередь, снижение температуры металла приводит в существенному возрастанию нагрузок на оборудование. В частности, согласно данных работы [20] температуры деформации с 1000⁰С до 800⁰С базовое напряжение течения металла возрастает как минимум в 1,66 раза. Можно предположить и аналогичный рост нагрузок на элементы РКБ. Однако данные о влияние технологических параметров на изменения напряжения течения в температурном интервале 780-840⁰С носят весьма противоречивый

характер, что в свою очередь вызывает проблемы с энергосиловой оценки динамики нагружения клетей редуционно-калибрующего блока при низкотемпературной прокатке.

Вывод. Выполненный анализ показывает, что, несмотря на широкое использование РКБ в прокатном производстве, дальнейшее расширение спектра выпускаемой продукции, в сторону увеличения сечений, требует проведения дополнительных исследований, особенно в плоскости энергосиловой оценки динамики нагружения клетей редуционно-калибрующего блока при низкотемпературной прокатке.

Список литературы

1. Ammerling W.-J, Brauer H. Application of 3-roll technology for rolling specialty rod and bar products // Iron and Steel Engineer. Vol. 65. No. 1988. pp. 22 - 27.
2. Смирнов Е.Н., Скляр В.А. Конструктивный аспект возможности организации прокатки качественных марок стали с петлей охлаждения и выравнивания температуры в условиях типового сортового непрерывного стана // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 224.
3. Скляр В.А., Белых П.А. Моделирование теплового состояния раската при реализации технологии контролируемой прокатки с использованием петли температурной стабилизации // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство Материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2017. С. 75-80.
4. Гладков Г.А., Долженков Ф.Е., Прищенко Л.Н. Прокатка особо точных профилей, – М.: Metallurgy, 1979.- 215с.
5. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция - основа повышения качества проката ответственного назначения // Металл и литье Украины. 2002. № 7/8. С. 35-37.
6. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д. Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.
7. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах //

Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.

8. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.

9. Минкин, А. В. Расчет систем вытяжных калибров. - М. : Metallurgizdat, 2011. - 264 с.

10. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А. Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.

11. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.

12. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.

13. Смирнов Е.Н. Развитие подходов к исследованию на физических моделях механизмов «залечивания» дефектов сплошности осевой зоны НЛЗ / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, В.А. Белевитин и др. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 2016. - Т. 59. - № 5. - С. 322-327.

14. Belevitin, V.A. Simulation of the macrostructure influence of forging ingots on the potential capabilities of obtaining high-quality forgings / V.A. Belevitin, Y.N. Smyrnov, S.Y. Kovalenko, A.V. Suvorov // Metallurgical and Mining Industry. 2016. -№ 7. -С. 18-23.

15. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.

16. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // Materials Science Forum, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.

17. Промышленные испытания мелющих шаров повышенной твердости при измельчении железистых кварцитов / А.И. Серов, Е.Н. Смирнов, В.А. Склад, В.А. Белевитин // Обогащение руд. - 2017. - №3. - С. 15-20.

18. Сквозная оценка механических свойств полупродукта и пресованных алюминиевых профилей в условиях типового регионального производителя ООО «АЛТЕК» / Е.Н. Смирнов, В.А. Склад, М.В. Митрофанов, О.Е. Смирнов, В.А. Белевитин, А.Н. Смирнов // Metallurg. 2017. -№ 10. -С. 49-53.

19. Анизотропия механических свойств дендритной структуры непрерывнолитой кислородсодержащей меди / Ю. Н. Логинов, Р. К. Мысик, С. В. Брусницын, А. В. Сулицин, И. А. Груздева, С. Л. Смирнов // Процессы литья.- 2010. - №3. - С. 50 - 58.

20. Николаев В.А. Теория прокатки. – Запорожье: ЗГИА, 2007. – 228 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА «МЯГКОГО» ОБЖАТИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК НА КОМБИНИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ

Богадевич Д.И.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
olov95@yandex.ru*

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

***Аннотация.** Представлены первичные результаты исследования нового способа «мягкого» обжатиya непрерывнолитых заготовок на комбинированных физических моделях, выполненных для определения эффективности данного способа по сравнению с уже существующими. Показано, что новый способ позволяет эффективно не только подавлять осевую ликвацию и пористость, но и сокращать ромбичность непрерывнолитой заготовки в процессе затвердевания в технологической линии МНЛЗ.*

***Ключевые слова:** непрерывнолитая заготовка, «мягкое» обжатие, деформация, МНЛЗ, управление качеством.*

RESEARCH OF THE NEW METHOD "SOFT" REDUCTION OF CONTINUOUSLY CAST BILLETS BY THE COMBINED PHYSICAL MODELS

Bogadevich D.I.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The primary results of the study of a new method of "soft" reduction of continuously cast billets by combined physical models, performed to determine the effectiveness of this method in comparison with existing ones, are presented. It is shown that the new method allows not only to suppress axial liquation and porosity, but also to reduce the rhombicity of the continuously cast workpiece during solidification in the CCM process line.*

***Keywords:** concast billet, soft reduction, deformation, CCM, quality management.*

В последние годы большее применение получает метод «мягкого» обжатиya непрерывнолитой заготовки [1], сущность которого заключается в том, что закристаллизовавшаяся оболочка заготовки подвергается плавному обжатию с целью минимизации или исключения её дефектов, таких как пористость и осевая ликвация [2, 3]. Однако при этом возникают трудности в случае появления в процессе непрерывного литья

дефекта формы поперечного сечения “ромбичность”, при котором наблюдается разница диагоналей заготовки, что приводит к возникновению проблем при прокатке [4]. Поэтому, наибольший эффект в части повышения качества непрерывнолитой заготовки будут иметь методы, которые могут совмещать в себя и положительный эффект «мягкого» обжатия и одновременно снижать величину ромбичности непрерывнолитой заготовки [5]. Применение таких технологий особенно важно в условиях литейно-прокатных модулей [6].

На кафедре Metallургии и металловедения Старооскольского технологического института (филиал) НИТУ «МИСиС» предложен новый способ осуществления процесса «мягкого» обжатия, который позволяет не только улучшать качество осевой зоны заготовки, но и исправлять ромбичность, если она возникла на более ранней стадии затвердевания металла заготовки. По результатам разработки подана заявка на получение патента на изобретение. По этому способу непрерывнолитая заготовка получает деформацию в зоне окончательного затвердевания, когда она находится в двухфазном состоянии, в валках блока «мягкого» обжатия сегментной конструкции (две пары деформирующих валков в одном сегменте), расположенных по длине слитка в этой зоне в несколько этапов [7, 8]. При этом осуществляется как высотная деформация заготовки, так и смещение двух параллельных граней в противоположные стороны в геликоидальных валках для исправления ромбичности.

Ввиду того, что отсутствует представление о механизме воздействия, было принято решение о проведении первого этапа исследований на плоской модели, позволяющей оценить состояние в элементарной площадке, а именно поперечной плоскости.

В качестве физической модели была принята пенополиэтиленовая форма, имитирующая ромбичную заготовку, с отверстием в которое была помещена желатиновая масса. Использование пенополиэтиленовой модели ромбичной заготовки с аморфной сердцевиной позволило с большей точностью имитировать процесс исправления формы ромбичной заготовки, находящейся в жидко-твердом состоянии, и исследовать данный процесс ввиду большего приближения характеристик данной модели к предмету исследования [9-12].

Для получения первичной информации о характере протекания процесса деформирования при различных соотношениях размеров фаз, а также при различных значениях коэффициента ромбичности использовались шесть деформируемых пенополиэтиленовых форм с желатиновой сердцевиной (Рисунок 1).

Были использованы две группы моделей, имеющих начальную ромбичность 1,035 и 1,1. В каждой группе были использованы три деформируемые формы с желатиновой

сердцевидной с соотношениями площадей двух фаз 0,05, 0,1 и 0,25.



Рисунок 1 – Используемые в эксперименте модели

Для моделирования был принят масштаб моделирования, равный 1:1. Размеры осевой полости определялись путем расчетов на математической модели [13, 14]. Механическое воздействие на деформируемую форму обеспечивалось с помощью двух зубчатых реек, предварительно выточенные зубцы которых имели форму трапеции. При этом относительное смещение зубчатых реек составляло 0 мм, 5 мм, 10 мм, 15 мм и 20 мм.

По полученным в результате проведения эксперимента данным для последующего анализа были построены графики зависимости сокращения площади желатиновой области модели, имитирующей жидко-твердую фазу, от смещения реек экспериментальной установки друг относительно друга при различных значениях коэффициента ромбичности (см. рисунок 2).

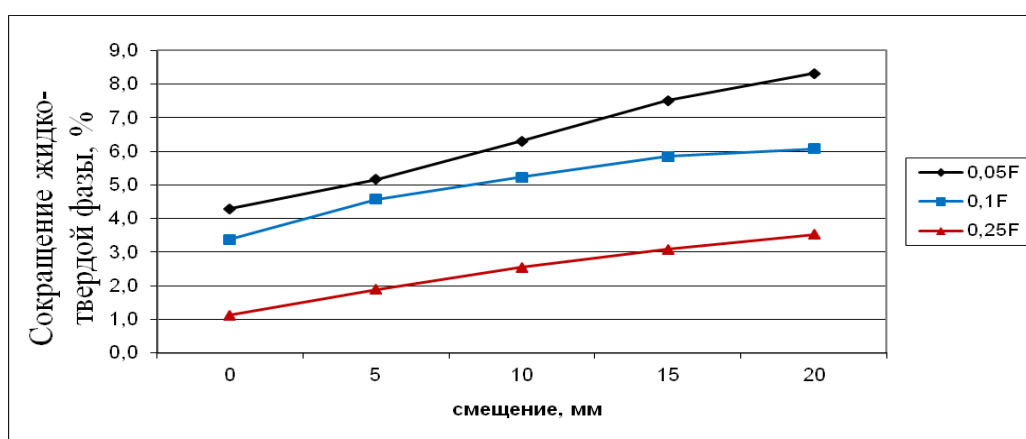


Рисунок 2 – Зависимость сокращения жидко-твердой фазы от относительного смещения планок и площади жидко-твердой фазы при исходной ромбичности $D_2/D_1 = 1,1$

Также осуществлено построение графиков зависимости значений коэффициента ромбичности моделей от смещения зубчатых реек при разных значениях начальной

ромбичности каждой модели (Рисунок 3).

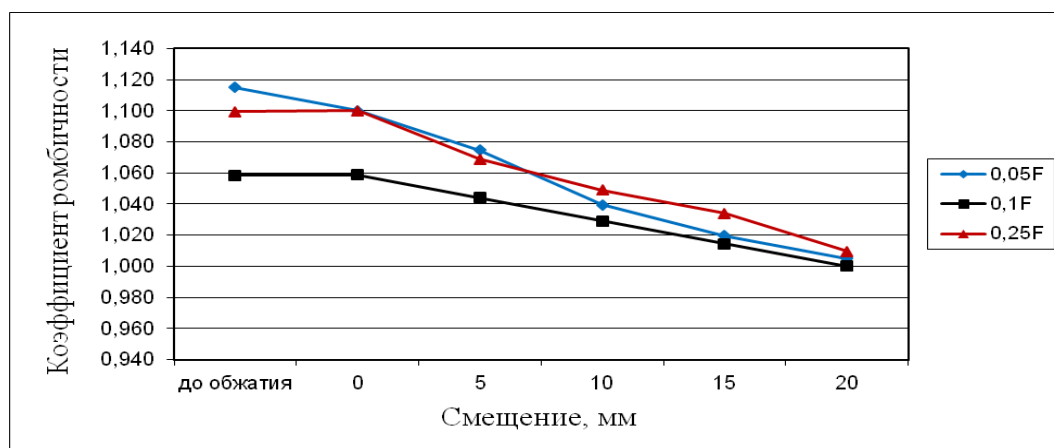


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента ромбичности от относительного смещения планок и площади жидко-твердой фазы при исходной ромбичности $D_2/D_1 = 1,1$

Вывод. Выполненное экспериментальное исследование по деформированию физических моделей позволило получить необходимый объем первичной информации, которую можно использовать для анализа процесса исправления дефекта “ромбичность” непрерывнолитых заготовок с помощью комплексного воздействия.

Список литературы

1. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция -основа повышения качества проката ответственного назначения // Металл и литье Украины. 2002. № 7/8. С. 35-37.
2. Smyrnov Y.N., Skliar V.A., Belevitin V.A., Shmyglya R.A., Smyrnov O.Y. Defect healing in the axial zone of continuous-cast billet // Steel in Translation. 2016. Т. 46. № 5. С. 325-328.
3. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.
4. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.

5. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.
6. Сквозная оценка механических свойств полупродукта и пресованных алюминиевых профилей в условиях типового регионального производителя ООО «АЛТЕК» / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, М.В. Митрофанов, О.Е. Смирнов, В.А. Белевитин, А.Н. Смирнов // *Металлург*. 2017. -№ 10. -С. 49-53.
7. Smyrnov, Y.N. Physical and Computer modeling of new soft reduction Process of continuously cast blooms /Y.N. Smyrnov, V.A. Belevitin и др.//*Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 2015. - 50. - № 6. - P.12-17.
8. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // *Materials Science Forum*, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.
9. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д. Самойлова // *Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г.* - С. 124-131.
10. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // *Известия вузов. Чёрная металлургия.* - 1993. - №6. - С. 34-37.
11. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А. Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // *Известия вузов. Черная металлургия.* – 1992. – №6. – С.20–24.
12. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // *Известия вузов. Чёрная металлургия.* - 1993. - №11-12. - С. 22-25.
13. Скляр В.А., Горожанкин А.С. Расчетное исследование динамики формирования закристаллизовавшейся составляющей бляма // *Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой*

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2016. - С. 114-119.

14. Скляр В.А., Сотников Ф.Ю. Численное моделирование теплового состояния непрерывнолитых слитков в двухфазном состоянии // В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 2016. - С. 132-139.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЛИБРОВКИ РЕДУКЦИОННО-КАЛИБРОВОЧНОГО БЛОКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛКОСОРТНОГО КРУГЛОГО ПРОКАТА

Буторин А.А.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
optyabrist1993@gmail.com*

***Аннотация.** Представлена методика расчета калибровки круглого проката по системе «треугольник-круг» для валков редуционно-калибровочного блока мелкосортного прокатного стана. С использованием методики рассчитана калибровка круга диаметром 15 мм из заготовки диаметром 20 мм. Данная калибровка позволит использовать заготовку большего диаметра и повысить эффективность процесса.*

***Ключевые слова:** непрерывнолитая заготовка, редуционно-калибровочный блок, деформация, калибровка, прокатный стан.*

IMPROVING THE CALIBRATION OF THE REDUCING AND SIZING BLOCK FOR THE PRODUCTION OF SMALL-SECTION ROUND BARS

Butorin A.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** A method for calculation of the calibration round bars according to the "triangle-circle" roll reducing and sizing block light section rolling mill. With the use of this method, the calibration of the round with a diameter of 15 mm from a workpiece with a diameter of 20 mm is calculated. This calibration will allow using a workpiece with a larger diameter and increasing the efficiency of the process.*

***Keywords:** continuously cast billet, reducing and sizing block, deformation, calibration, rolling mill.*

В настоящее время потребности в легированных сталях удовлетворяются не полностью. Устойчивый дефицит имеется практически во всем виде проката из легированных сталей - конструкционной, сортовой и листовой и т.д. [1].

На некоторых заводах Китая [2] в последние годы успешно реализован ряд проектов, когда калибрующий блок используется и для редуцирования. Это

существенным образом повышает эффективность производства и конкурентоспособность продукции [3].

Это позволяет существенно уменьшить количество брака по макроструктуре готового проката [4-6], размерам и форме поперечного сечения [7], механическим свойствам [8] и т.д. В этом случае отпадает необходимость направлять бракованный металл на производство более дешевых видов продукции, например, мелющих шаров [9].

Из всего вышеизложенного следует, что вопросы развития технологий прокатки с использованием редуционно-калибрующих блоков имеют актуальный характер.

Очевидным мировым лидером в этом процессе является фирма «КОКС» [10].

Технология горячего калибрования основана на реализации схемы всестороннего сжатия в системе трех валков, оси которых расположены под углом 120 градусов [11]. Кроме того исключается скручивание раската за счет схемы чередования разъемов валков. Точность достигается за счет жесткой установки валков в круглые кассеты с индивидуальной гидравлической системой перемещения. Следует отметить, что вопросы пластического деформирования в клетях прокатного стана по классической схеме (овал-круг) решались довольно в таки большом количестве работ [12-15] Произведем расчет калибровки клетей калибрующего блока по системе треугольник-круг для прокатки круга 15 мм.

Для расчетов используем методику, изложенную в работах [16, 17].

Устанавливаем следующие вытяжки по клетям блока (против хода прокатки)

$$\mu_4 = 1,05, \quad \mu_3 = 1,14, \quad \mu_1 = 1,2$$

Величина вытяжки в первой клетке блока на уровне $\mu_1 = 1,2$ обуславливается необходимостью стабильного захвата раската. Тогда вытяжка во второй клетке определяется из выражения:

$$\mu_2 = \frac{\mu_\Sigma}{\mu_4 \cdot \mu_3 \cdot \mu_1} = \frac{1,784}{1,05 \cdot 1,14 \cdot 1,2} \quad (1)$$
$$\mu_2 = 1,242$$

Построение треугольных калибров сводится к нахождению радиуса описанного круга $R_{ок}$ (см. рисунок 1).

Задаем значение угла $\varphi = 75^\circ$. С учетом величины угла φ находим площадь сегмента KMND:

$$S_c = \frac{r_o^2}{2} \left(\frac{\pi\varphi}{180} - \sin \varphi \right) \quad (2)$$

где r_o – радиус задаваемого в треугольный калибр круга, мм.

Площадь треугольника калибра S_k получаем путем вычитания из площади задаваемого круга радиусом r_o площади трех сегментов

$$S_k^i = \pi Z_{oi}^2 - 3S_c^i \quad (3)$$

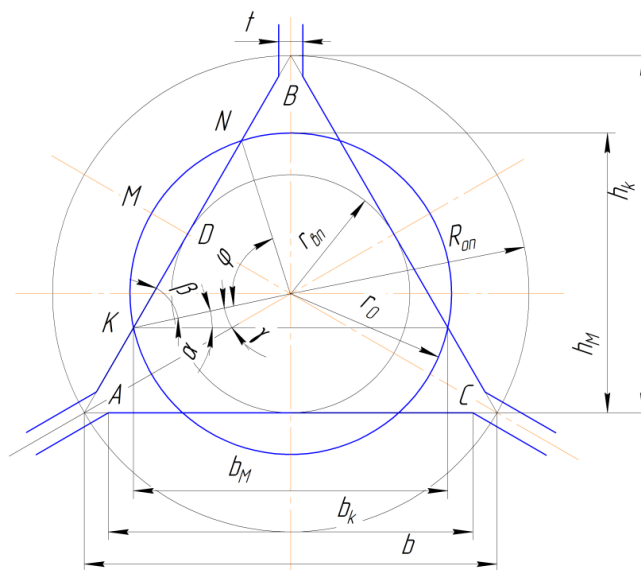


Рисунок 1 – Схема построения треугольных калибров

Определяем стрелу сегмента МД, обозначив ее как h

$$h = r_o \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} \quad (4)$$

Определяем радиус вписанной окружности $r_{вп}$ как

$$r_{вп} = Z_o - h \quad (5)$$

Радиус описанной окружности принимаем равным

$$R_{оп}^i = 2r_{вп} \quad (6)$$

Так как, величина μ и r_o может колебаться, для рекомендованных значений угла $\varphi = 70 \div 95^\circ$, уточняем величину радиуса описанной окружности по формуле

$$R_{оп} = \frac{0,823 \cdot \mu_i}{\mu_i - 0,574} \cdot r_{i-1} \quad (7)$$

Определяем ширину калибра:

а) по осям

$$b = 1,732R_{оп} \quad (8)$$

б) по дну калибра

$$b_k = b - 2t \quad (9)$$

где t – зазор между волками, мм.

в) по металлу

$$b_M = 2r_o \cdot \sin(60 + \gamma) \quad (10)$$

где $\gamma = \frac{120 - \varphi}{2}$

Высота калибра

$$h_k = R_{оп} + r_{вп} \quad (11)$$

Высота калибра по металлу

$$h_m = r_o + r_{вп} \quad (12)$$

Обжатие в 3-х угольном калибре определяем из выражения

$$\Delta h = r_o - r_{вп} \quad (13)$$

По дну каждого круглого калибра углубление глубиной (Рисунок 2): $C = 0,95 r_i$.

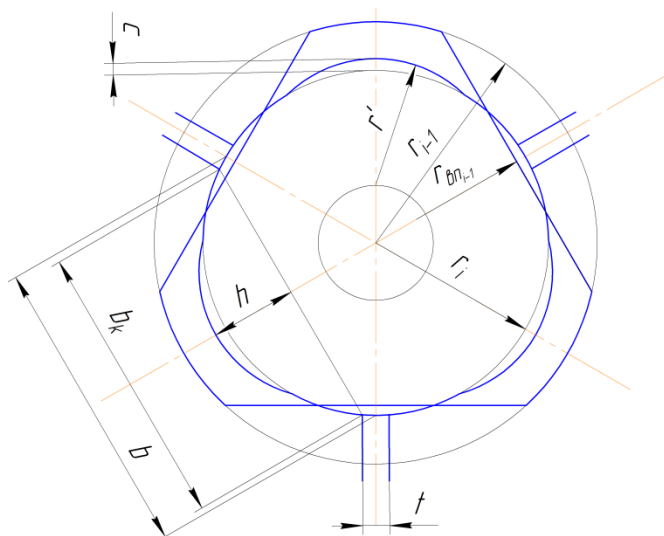


Рисунок 2 – Схема построения круглого калибра

Радиус углубления определяем из выражения:

$$r_i^1 = 0,95 Z_i \quad (14)$$

Ширина калибра по осям:

$$b_i = 1,732 \cdot r_i. \quad (15)$$

Ширина калибра по дну:

$$b_k = b - 0,5t \quad (16)$$

где t – ширина разъема, мм

Глубину калибра определяем из выражения

$$h = 0,5r_i - 0,433t_i + C_i \quad (17)$$

Обжатие в круглом калибре определяем из выражения:

$$\Delta h_i = r_{i-2} - (r_i + C_i) \quad (18)$$

Простор на уширение в круглом калибре:

$$\Delta b_i = r_i - r_{вп i-1} \quad (19)$$

Результаты расчета круглых калибров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета круглых калибров

Параметры	Обозначения	Клетки РКБ			
		1	2	3	4
Углубление по дну калибра, мм	c	-	0,205	-	0,186
Радиус углубление, мм	r^1	-	7,78	-	7,125
Ширина калибра по осям, мм	b	-	14,19	-	12,99
Ширина калибра по дну, мм	b_k	-	13,69	-	12,49
Глубина калибра, мм	h	-	3,867	-	3,503
Обжатие, мм	Δh	-	1,605	-	0,504
Простор на уширение, мм	Δb		0,26		1,0

Определяем скорость прокатки по клетям РКБ (таблица 2) при условии, что в последней клетки мелкосортной линии, в которой происходит формирование круглого профиля \varnothing 20мм – клетки 24В, скорость прокатки составляет: $V_{24} = 14$ м/с

Для этого используем выражение:

$$V_i = K \cdot \mu_i \cdot V_{i-1}$$

где К - коэффициент натяжения.

Таблица 2 – Расчет деформационно-скоростного режима

Параметры	Обозначения	Клетки РКБ			
		1	2	3	4
Абсолютное обжатие, мм	Δh	2,07	1,605	1,69	0,504
Площадь раската, мм	S	261,67	210,68	184,81	176,0
Относительное обжатие, %	ε	16,67	19,49	12,28	4,77
Угол захвата, град	α	6,06	5,34	5,48	2,99
Скорость проката, м/с	V	16,97	21,29	24,51	25,99

Вывод. Использование калибровки по системе «треугольник – круг» позволит увеличить вытяжку в редуционно-калибровочном блоке, что даст возможность использовать заготовку большего диаметра и повысить эффективность процесса.

Список литературы

1. Катунин, В.В. Основные показатели работы черной металлургии России в 2017 г. / В.В. Катунин, Т.М.Петракова, И.М.Иванова И.М. // Бюллетень научно-технической и экономической информации. Черная металлургия. – 2018. - №4. – С. 6-29.
2. Toschi, F. Низкотемпературная прокатка на сортовом стане для производства спецсталей на заводе Tianjin Iron & Steel / F. Toschi, W.Bingxia // Millennium Steel, 2005. – P.121-129.

3. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция - основа повышения качества проката ответственного назначения // *Металл и литье Украины*. 2002. № 7/8. С. 35-37.
4. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю. Коваленко, Е.Н. Смирнов // *Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий*. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.
5. Смирнов Е.Н. Развитие подходов к исследованию на физических моделях механизмов «залечивания» дефектов сплошности осевой зоны НЛЗ / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, В.А. Белевитин и др. // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия*, 2016. - Т. 59. - № 5. - С. 322-327.
6. Belevitin, V.A. Simulation of the macrostructure influence of forging ingots on the potential capabilities of obtaining high-quality forgings / V.A. Belevitin, Y.N. Smyrnov, S.Y. Kovalenko, A.V. Suvorov // *Metallurgical and Mining Industry*. 2016. -№ 7. -С. 18-23
7. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // *Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. 2016. С. 147-152.
8. Сквозная оценка механических свойств полупродукта и пресованных алюминиевых профилей в условиях типового регионального производителя ООО «АЛТЕК» / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, М.В. Митрофанов, О.Е. Смирнов, В.А. Белевитин, А.Н. Смирнов // *Металлург*. 2017. -№ 10. -С. 49-53.
9. Промышленные испытания мелющих шаров повышенной твердости при измельчении железистых кварцитов / А.И. Серов, Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, В.А. Белевитин // *Обогащение руд*. - 2017. - №3. - С. 15-20.
10. Амерлинг, А.Ю. Существенное улучшение качества продукции и производительности станов для прокатки проволоки и сорта с гибкой системой блоков фирмы КОКС / А.Ю. Амерлинг // *сб. науч. Тр. Черная металлургия России и стран СНГ в XXI веке*. 6-10 июня, 1994 г. – М.:Металлургия. – т.3. – С. 249 – 255.
11. Смирнов Е.Н., Белевитин В.А., Скляр В.А., Кисиль В.В. Технология конструкционных материалов: производство горячекатаных блюмов и сортовых заготовок. Челябинск, 2016. -188 с.

12. Минаев, А.А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.

13. Минаев, А.А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.

14. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д. Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.

15. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А. Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.

16. Долженков, Ф.Е. Холодная прокатка круглой и шестигранной стали малых размеров // Сб. науч. тр. Обработка металлов давлением. – Краматорск.: ДГМА, 2002. – С. 149 – 154.

17. Долженков, Ф.Е. Калибровка валков в системах круг трехгранник и круг-стрельчатый трехгранник для холодной прокатки тонкой проволоки в блоках трехвалковых клетей // Металл и литье Украины, 2000. – С. 53-57.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЛИКВАЦИИ УГЛЕРОДА ПО ТОЛЩИНЕ В НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ СЛЯБАХ

Глотова И.О., Дождиков В.И.

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», Россия, г. Липецк
irina0289@mail.ru

Аннотация. В статье проанализированы экспериментальные данные различных исследователей для непрерывнолитых слэбов толщиной от 200 до 300 мм и с содержанием углерода в диапазоне 0,06-0,2 %С. Представлена типичная картина зональной химической неоднородности по толщине непрерывнолитого слэба.

Ключевые слова: ликвация; осевая химическая неоднородность; непрерывнолитой слэб.

DISTRIBUTIONS OF THE DEGREE OF CARBON SEGREGATION IN THICKNESS IN CONTINUOUSLY CAST SLABS

Glotova I.O., Dozhdikov V.I.

Lipetsk State Technical University, Russia, Lipetsk

Abstract. In the article the experimental data of various researchers for continuously cast slabs with a thickness of 200 to 300 mm and carbon content in the range of 0.06 to 0.2% C are analyzed. The characteristic figure of zonal chemical heterogeneity in the thickness of a continuously cast slab is presented.

Keywords: segregation; axial chemical inhomogeneity; continuously cast slab.

В непрерывнолитых заготовках (НЛЗ) безусловный интерес представляет ликвация химических элементов в осевой зоне, так называемая центральная (осевая) химическая неоднородность, развитие которой сверх определенных пределов приводит к ухудшению качественных характеристик металла.

Известно, что в процессе кристаллизации углерод, сера и фосфор жидкой фазы, оттесняются в осевую зону слитка, в результате чего в тепловом центре слитка содержание углерода может быть в 1,5-5 раз, серы в 3-4 и фосфора в 1,5-2 раза больше, чем на периферийных участках [1].

Для установления характерного распределения степени ликвации по сечению, были проанализированы экспериментальные данные различных исследователей для

непрерывнолитых слябов толщиной от 200 до 300 мм и с содержанием углерода в диапазоне 0,06-0,2 %С.

Анализ большого числа массива экспериментальных значений позволил выделить три группы по содержанию углерода: I группа – 0,06-0,1%С, II группа – 0,11-0,15%С и III группа – 0,16-0,2%С [2-15].

При обработке экспериментальных данных было выявлено, что используемые для сравнения значения были неравноценны в отношении количества точек фиксации содержания углерода по малому и большому радиусам и по протяженности участков исследований. Однако, именно их совместное рассмотрение позволило дать представление об общих тенденциях изменения степени ликвации углерода в слитке.

На рисунке 1 представлены обобщенные экспериментальные данные для трех выбранных групп сталей по содержанию углерода в безразмерных координатах, где значениям степени ликвации при $x/L=-1$ соответствуют поверхностные области слитков (как по малому, так и по большому радиусу), а значению при $x/L=0$ – осевая.

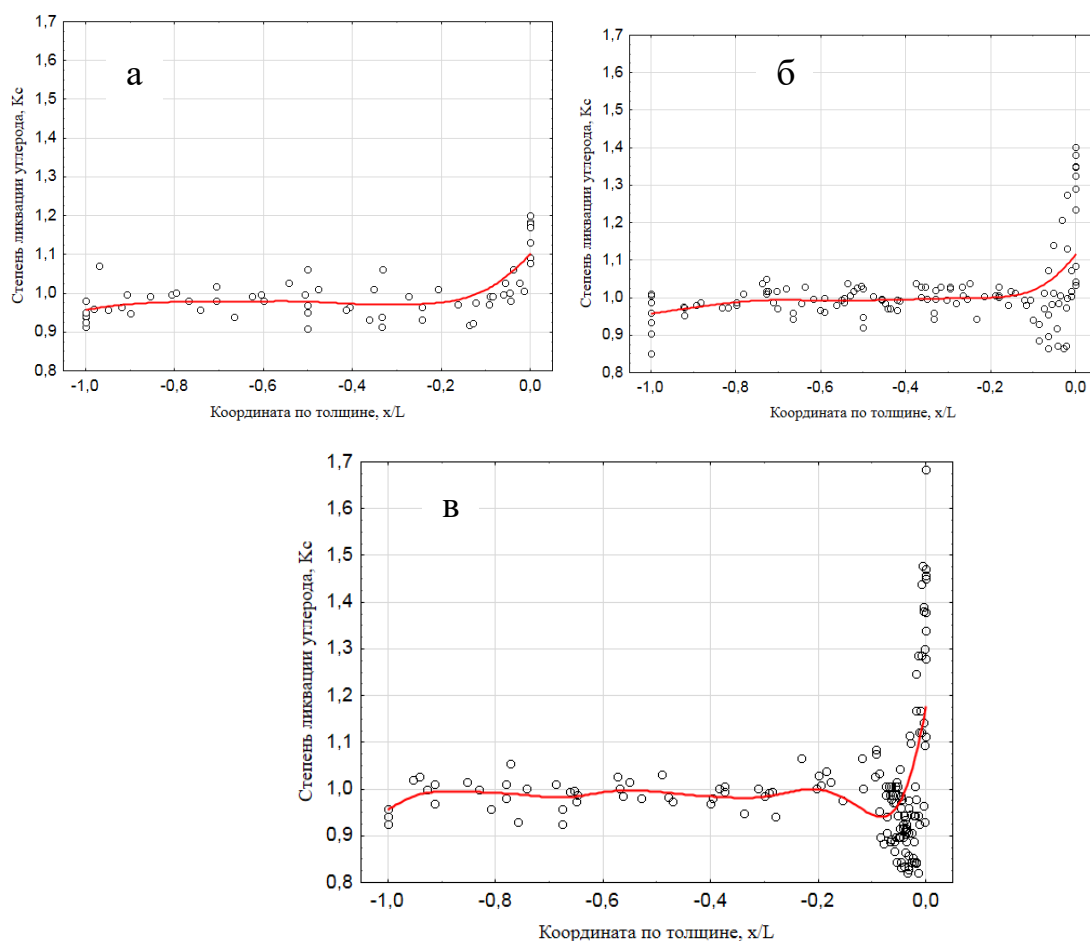


Рисунок 1 – Изменение показателя ликвации углерода по толщине:
а – I группа [2-6]; б – II группа [2, 4-5, 7-10]; в - III группа [2, 6, 11-15]

Представленные на рисунке 1 кривые распределения степени ликвации углерода позволяют оценить влияние химического состава на характер макросегрегации по толщине непрерывного слитка в виде следующих зависимостей:

- для I группы:

$$k_{c,I} = 2,83 * \left(\frac{x}{L}\right)^5 + 8,5 * \left(\frac{x}{L}\right)^4 + 9,88 * \left(\frac{x}{L}\right)^3 + 5,45 * \left(\frac{x}{L}\right)^2 + 1,39 * \frac{x}{L} + 1,1, \text{ при } R^2=0,998$$

- для II группы:

$$k_{c,II} = 4,63 * \left(\frac{x}{L}\right)^5 + 12,92 * \left(\frac{x}{L}\right)^4 + 13,69 * \left(\frac{x}{L}\right)^3 + 6,74 * \left(\frac{x}{L}\right)^2 + 1,52 * \frac{x}{L} + 1,2, \text{ при } R^2=0,992$$

- для III группы:

$$k_{c,III} = 17,9 * \left(\frac{x}{L}\right)^5 + 47,9,7 * \left(\frac{x}{L}\right)^4 + 46,83 * \left(\frac{x}{L}\right)^3 + 20 * \left(\frac{x}{L}\right)^2 + 3,47 * \frac{x}{L} + 1,15, \text{ при } R^2=0,83$$

Было показано, что распределение степени ликвации углерода по толщине слябов имеет существенные различия. Так, имеет место прямая ликвация ($K_c > 1$), получающая существенное различие в осевой зоне слитка, и обратная ликвация ($K_c < 1$) в приповерхностной области. Можно так же отметить, что при движении к центру слитка на достаточно значительном участке по толщине наблюдается практически неизменное содержание углерода по направлению к оси слитка со стохастическими вариациями этого параметра и небольшой тенденцией его возрастания. Наличие этой «волны» характерно для большинства используемых распределений степени ликвации, а интенсивность колебания степени ликвации углерода проявляется резче при повышении содержания углерода в стали. В узкой осевой зоне наблюдается более и менее ярко выраженная положительная ликвация, непосредственно перед которой расположена зона, обедненная углеродом. Установлено, что с увеличением содержания углерода в стали в исследуемом диапазоне для I, II и III – групп среднее значение степени ликвации в осевой зоне составляет 1,15, 1,25 и 1,35, соответственно. Таким образом, степень осевой химической неоднородности по углероду при содержании его в пределах 0,06-0,1%С в среднем в 1,2 раза меньше по сравнению с содержанием углерода 0,16-0,2%С.

Обобщая результаты всего комплекса используемых исследований, можно представить типичную картину зональной химической неоднородности непрерывнолитого слитка (Рисунок 2).

Уравнение усредненной кривой, представленной на рисунке 2, имеет следующий вид:

$$k_c = 12,84 * \left(\frac{x}{L}\right)^5 + 34,4 * \left(\frac{x}{L}\right)^4 + 33,69 * \left(\frac{x}{L}\right)^3 + 14,5 * \left(\frac{x}{L}\right)^2 + 2,55 * \frac{x}{L} + 1,11, \text{ при } R^2=0,87$$

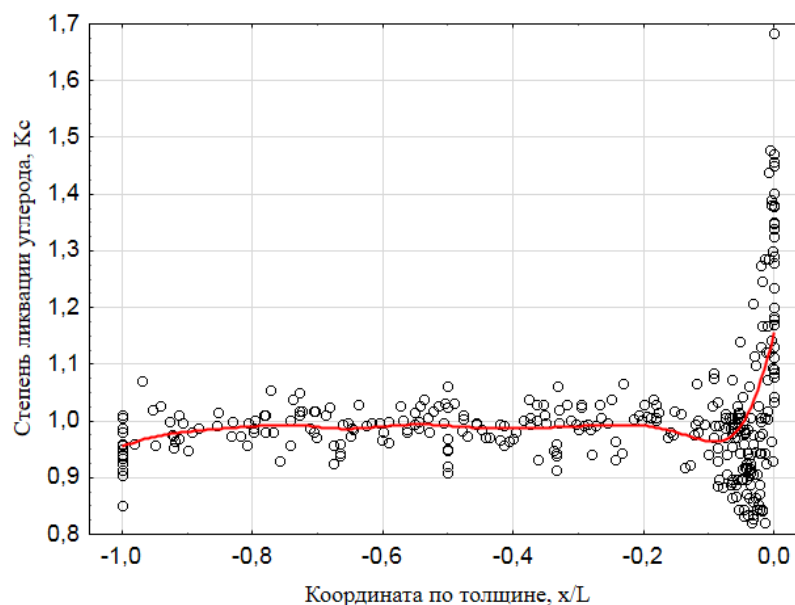


Рисунок 2 – Распределение показателя ликвации углерода по толщине непрерывного сляба [2-15]

Таким образом, полученная кривая обобщает закономерности распределения степени ликвации по сечению слитка, главной особенностью которой является увеличение концентрации углерода на оси слитка. Установленные закономерности дают возможность прогнозирования распределения степени ликвации углерода по сечению непрерывного слитка, что в дальнейшем сможет в значительной степени определить высокое качество готового металла.

Список литературы

1. Хворинов Н.И. Кристаллизация и неоднородность стали. М.: Metallurgy, 1958. – 392 с.
2. Белый А.П., Исаев О.Б., Матросов Ю.И., Носоченко А.О. Центральная сегрегационная неоднородность в непрерывнолитых листовых заготовках и толстолистовом прокате. – М.: Metallurgizdat, 2005. – 136 с.
3. Мошкунов В. В., Столяров А. М., Казаков А.С. Снижение осевой химической неоднородности трубной стали в результате мягкого обжатия непрерывнолитого сляба // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, 2012, №2 – С. 24-25
4. Куклев А.В., Соснин В.В., Поздняков В.А. О формировании осевой химической неоднородности в непрерывнолитых слябов // Сталь, 2003, №8 – С. 71-75

5. Крылова Е.А., Столяров А.М., Мошкунов В.В. Изучение влияния мягкого обжатия на химическую неоднородность осевой части непрерывнолитых слябов из трубной стали // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, 2016, – С. 88-94.
6. Лин Дж. Б. Исследование непрерывной разливки стали. – М.: Metallurgia. 1982.- 200 с.
7. Q. Sun, G. Yu, Z. Zhu Изучение связи между условиями охлаждения по ширине сляба и осевой ликвации // ОАО «Черметинформация». Новости черной металлургии за рубежом, 2010, №4 – С. 40-42.
8. Соснин В.В., Лонгинов А.М., Баранцева И.В. Характер распределения карбонитридов ниобия и титана в непрерывнолитых микролегированных сталях // Сталь, 2010, №6 – С. 91-95.
9. Rec T., Milenin A. Numerical modeling of macrosegregation and stress-strain state distribution in slab during continue casting with soft reduction // Archives of metallurgy and materials, 2010, №3. – p. 915-920.
10. Шаувинхолд Д. Основные свойства и применение изделий из непрерывнолитых заготовок // Достижения в области непрерывной разливки стали: труды международного конгресса: Евтеев Д.П., Колыбалова И.Н. – М.: Metallurgia, 1987. - С. 19-30.
11. Дюдкин Д.А. Качество непрерывнолитой стальной заготовки. – К.: Тэхника, 1988. – 253 с.
12. Ruer J., Hensgen J.L Coulle et solidification de l'acier. Partie I, 1977. – 114 p.
13. Дюдкин Д.А., Кисленко В.В., Сирнов А.Н. Производство стали. Том 4. Непрерывная разливка металла. – М. Теплотехник, 2009. - 528 с.
14. Сладкоштитев В.И. Качество стали при непрерывной разливке. М.: Metallurgizdat, 1963. – 175 с.
15. Y. Habu, S. Itoyama, T. Emt. Improving cast structure and centerline segregation of continuously cast slabs by adding steel strip into mold. 1981, №9 – p. 92-101.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СОРТАМЕНТА ПРОКАТЫВАЕМЫХ СТАЛЕЙ

Гончарова А.Н.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
nosok0910@mail.ru*

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

***Аннотация.** Рассмотрен подход с использованием показателя предельной пластичности для классификации сталей. Представлена классификация сталей по показателю предельной пластичности для сортамента сталей, прокатываемых на типовом среднесортном прокатном стане, выполненная по признаку близости деформационно-температурных режимов обработки.*

***Ключевые слова:** непрерывнолитая заготовка, прокатный стан, деформация, показатель предельной пластичности, управление качеством.*

THE USE OF ULTIMATE PLASTICITY INDEX TO CLASSIFY THE RANGE OF ROLLED STEELS

Goncharova A.N.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** An approach using the ultimate plasticity index for the classification of steels is considered. The classification of steels according to the index of ultimate plasticity for the range of steels rolled on a typical medium-grade rolling mill, made on the basis of the proximity of deformation and temperature modes of processing, is presented.*

***Keywords:** concast billet, rolling mill, deformation, ultimate plasticity index, quality management.*

При получении заказа на металлопродукцию из ранее не освоенной марки стали или сплава появляется возможность отнести этот материал к одной из уже производимых групп марочного сортамента, и таким образом проводится оценка применимости к данному материалу одной из существующих технологических схем [1]. В настоящее время, в условиях конкретного производства, эффективность указанной процедуры гарантируется главным образом знаниями и практическим опытом технологов и металлургов. Однако, обобщение производственного опыта с помощью

классифицирования обрабатываемых материалов по технологическим особенностям их производства носит эмпирический характер, что сдерживает его применение [2]. В этой связи привлечение современных компьютерных методов классификации к многомерной группировке сталей и сплавов позволит сделать эту процедуру максимально объективной, а также существенно сократить трудозатраты и время на ее выполнение [3-6].

Анализ сортамента выпускаемой продукции на типовом непрерывном среднесортном стане типа 350, которые были настроены на металлургических предприятиях России (и в первую очередь мини-заводах) показывали, что вся продукция может быть классифицирована по десяти основным группам (таблица 1). При этом допускаются и другие группы. Однако их удельный вес в общем объеме крайне невелик [7-10].

Таблица 1 – Сортамент типового непрерывного среднесортного стана по профилям и маркам стали

Вид проката	Размеры, мм	ГОСТ на сортамент	Марка стали
1. Прокат стальной горячекатаный круглый	20...50	ГОСТ 2590	Ст0, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 кп/пс/сп 18Г2С, 09Г2, 09Г2Д, 14Г2 08 – 60, 65-80, 60Г-70Г, 55С2, 55С2А, 60С2, 60С2А 45Х, 50Х, 35Г2, 45Г2, 30ХГС, 38ХГС, 38ХС, 30ХГТ, 40ХН
2. Прокат стальной горячекатаный квадратный	18...45	ГОСТ 2591	Ст0, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 кп/пс/сп 18Г2С, 09Г2, 09Г2Д, 14Г2 08 – 60, 65-80, 60Г-70Г, 55С2, 55С2А, 60С2, 60С2А 45Х, 50Х, 35Г2, 45Г2, 30ХГС, 38ХГС, 38ХС, 30ХГТ, 40ХН
3. Прокат стальной горячекатаный шестигранный с диаметром вписанного круга	20...48	ГОСТ 2879	Ст0, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 кп/пс/сп 08 – 60 45Х, 50Х, 35Г2, 45Г2, 30ХГС, 38ХГС, 38ХС, 30ХГТ, 40ХН
4. Прокат горячекатаный для армирования железобетонных конструкций	14...36	ГОСТ 5781	Ст3кп, Ст3сп, Ст5пс, Ст5сп 35ГС, 10ГТ, 80С, 25Г2С
5. Сталь арматурная термомеханически упрочненная для железобетонных конструкций	14...36	ГОСТ 10084	Ст3кп, Ст3сп, Ст5пс, Ст5сп 35ГС, 10ГТ, 80С, 25Г2С
6. Сталь арматурная винтового профиля для железобетонных конструкций	14...36		Ст3кп, Ст3сп, Ст5пс, Ст5сп 35ГС, 10ГТ, 80С, 25Г2С
7. Прокат стальной горячекатаный для рессор	75×8,0 75×9,5, 90×10,0...12,0	ГОСТ 7419	65-80, 60Г-70Г, 55С2, 55С2А, 60С2, 60С2А
8. Уголки стальные горячекатаные равнополочные	от 32×32×4 до 63×3×4...6	ГОСТ 8509	Ст0, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 кп/пс/сп 18Г2С, 09Г2, 09Г2Д, 14Г2
9. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные	от 45×28×3...4 до 63×40×4...8	ГОСТ 8510	Ст0, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 кп/пс/сп 18Г2С, 09Г2, 09Г2Д, 14Г2
10. Швеллер	№5,0 №6,5 №8	ГОСТ 8240	Ст0, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6 кп/пс/сп 18Г2С, 09Г2, 09Г2Д, 14Г2

Одним из первых элементов технологической схемы производства проката следует считать нагрев заготовок перед прокаткой в нагревательной печи.

По режиму нагрева марки стали условно делятся на группы [11, 12]. Однако анализ действующего на печах регламента нагрева металла показал, что на значительной части агрегатов присутствует весьма упрощенный режим нагрева заготовок, предусматривающий классификацию прокатываемых марок стали на две группы (таблица 2).

Таблица 2 – Режим нагрева заготовок в нагревательной печи стана

Группа марок стали	Производительность печи, шт/ч	Температура по зонам печи, °С				
		нижние зоны		верхние зоны		
		1	2	3	4	5 и 6
Углеродистые обыкновенного качества и конструкционные	63	900	1230	910	1240	1230
	47	800	1200	890	1210	1200
	38	860	1190	870	1200	1200
Низколегированные и легированные	63	870	1220	880	1230	1220
	47	850	1190	860	1200	1190
	38	830	1180	840	1190	1190

Однако такой подход может иметь негативные последствия с точки зрения последующей горячей пластической деформации. В этом случае, целесообразно произвести такую классификацию прокатываемых на стане марок стали, которая допускала бы близкие деформационно-температурные режимы их обработки. С этих позиций представленный способ группировки существенно отличается от других классификаций металлов и сплавов.

Цель работы – классификация прокатываемых в условиях типового непрерывного среднесортного стана по признаку близости деформационно-температурных режимов обработки.

В настоящей работе для формирования групп в рамках рассматриваемой совокупности химических составов использовался метод таксонометрии, успешно реализованный в работе [1].

Таксонометрическая классификация, осуществленная в данной работе, разделила выработку сталей на семь, достаточно однородных групп [13-19]. Характеристика групп, а также результаты обработки представлены в таблице 3.

Вывод. Предложенная классификация сталей по показателю предельной пластичности позволит быстрее и точнее отнести марку стали к определенной группе, что существенно облегчит ввод в производство нового марочного сортамента и повысит качество готовой продукции.

Таблица 3 – Классификация сталей по показателю предельной пластичности

Марка стали	Таксонометрическая классификация	Предельные коэффициенты вытяжки за период	
		Λ	μ
65-80 60Г-70Г	А - стали данной группы характеризуются максимальным среди всех сопоставляемых составов абсолютным уровнем показателя пластических свойств при температурах, близких к 1200°С, а при температуре 800°С все стали этой группы имеют минимальную пластичность, близкую к нулю.	0,74- 1,05	1,09- 1,36
55С2 55С2А 60С2 60С2А 80С	Б - стали данной группы имеют довольно низкие и малоизменяющиеся в диапазоне температур 800-1000°С пластические характеристики и средний их уровень при более высоких температурах 1100-1200°С.	0,59- 0,74	1,11- 1,27
38ХГСА 38ХС 30ХГТ 40ХН	В - для сталей данной группы требуются наиболее сложные условия деформирования среди всех сравниваемых групп. Анализ пластических свойств, зафиксированных при механических испытаниях образцов из сталей группы В, выявил минимальный уровень показателей почти при всех температурах испытаний.	1,24- 1,44	1,49- 1,73
45Х 50Х 45Г2	Г - особенностью сталей, отнесенных к данной группе, является наличие монотонного и близкого к линейному росту показателя n от малых значений ($n=7-14$) при 800°С до величин среднего уровня ($n=55-75$) при 1200°С.	0,49- 0,59	1,2-1,25
18Г2С 35Г2 30ХГС 35ГС 10ГТ 40Г, 10	Д - у сталей данной группы зависимость показателя n от температуры имеет почти такой же характер, как и у сталей группы А. Однако при температуре 800°С показатель n имеет более высокий абсолютный уровень, а с ростом температуры демонстрирует менее значимое приращение способности металла к пластическому деформированию.	0,54- 1,24	1,23- 1,49
09Г2 09Г2Д	Е - для сталей данной группы значение показателя n не меняется или преимущественно снижается с ростом температуры. При температуре испытания 800°С значения в фиксированном диапазоне 10 - 40 об., а при температуре 1200°С - в диапазоне 16 - 45 об., до разрушения образцов.	1,02	1,22
Ст0, Ст3 Ст4, Ст5 Ст6, 14Г2 25Г2С У7, У8 15, 25 40, 45 50, 55	Ж - результаты испытаний образцов из сталей, объединенных в данную группу, позволяют сделать вывод, что повышение температуры от 800 до 1100°С положительно влияет на рассматриваемый показатель пластических свойств, но при дальнейшем росте температуры до 1200°С он может снижаться. С этих позиций зависимость показателя n от температуры для сталей группы Ж близка по характеру поведения к сталям групп Б, В и Г, однако несколько отличается градиентом значений при изменении температуры.	0,51- 1,27	1,13- 1,63
n - число оборотов образцов до разрушения.			

Список литературы

1. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция -основа повышения качества проката ответственного назначения // Металл и литье Украины. 2002. № 7/8. С. 35-37.
2. Смирнов Е.Н. Развитие подходов к исследованию на физических моделях механизмов «залечивания» дефектов сплошности осевой зоны НЛЗ / Е.Н. Смирнов, В.А. Сляяр, В.А. Белевитин и др. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 2016. - Т. 59. - № 5. - С. 322-327.

3. Бринза В.В. Бринза А.В. Классификация сталей по показателю предельной пластичности при горячей обработке давлением / В.В.Бринза, А.В.Бринза // Сталь. - 2010. - №7. - С.67 - 71.
4. Орлов Г.А. Инженерная оценка обрабатываемости металлов давлением / Г.А.Орлов // Черная металлургия. - 2013. - №3. - С.11-14.
5. Дзугутов М.Я. Пластичность и деформируемость высоколегированных сталей и сплавов. - 3-е изд. - М. :Металлургия, 1990. - 303 с.
6. Сквозная оценка механических свойств полупродукта и пресованных алюминиевых профилей в условиях типового регионального производителя ООО «АЛТЕК» / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, М.В. Митрофанов, О.Е. Смирнов, В.А. Белевитин, А.Н. Смирнов // Металлург. 2017. -№ 10. -С. 49-53.
7. Belevitin, V.A. Simulation of the macrostructure influence of forging ingots on the potential capabilities of obtaining high-quality forgings / V.A. Belevitin, Y.N. Smyrnov, S.Y. Kovalenko, A.V. Suvorov // Metallurgical and Mining Industry. 2016. -№ 7. -С. 18-23
8. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // Materials Science Forum, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.
9. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д. Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.
10. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.
11. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.
12. Белевитин, В.А. Моделирование пластического формоизменения металлических заготовок: коллективная монография / В.А. Белевитин, А.В. Суворов, С.Ю.

Коваленко, Е.Н. Смирнов // Итоги науки. Избранные труды Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий. Том 1. -М.: РАН, 2014. -С. 175-199.

13. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://metallichekiy-portal.ru>

14. Прокат из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали. Технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 14959-2016 - Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/64261/>

15. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных. Технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 5781-82 - Режим доступа: <http://www.alientechnologies.ru/wp-content/uploads/gost-5781-82.pdf>

16. Промышленные испытания мелющих шаров повышенной твердости при измельчении железистых кварцитов / А.И. Серов, Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, В.А. Белевитин // Обогащение руд. - 2017. - №3. - С. 15-20.

17. Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия [Электронный ресурс]: ГОСТ 535-2005 - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200052846>

18. Открытая база ГОСТов [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://standartgost.ru/>

19. Краткий справочник металлиста / под ред. А.Н.Маслова. М.: Машиностроение. - 1971. - 767 с.

МАЛОГАБАРИТНЫЕ НОЖНИЦЫ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ РЕЗКИ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ

Еронько С.П.¹, Смирнов Е.Н.², Ткачев М.Ю.¹, Ковалева О.А.¹

¹ ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

² Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

ersp@meta.ua

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. Освещены конструктивные особенности и принцип действия малогабаритных ножниц, реализующих двухстадийную порезку на мерные длины тонкостенных труб, при которой обеспечивается высокое качество торцевой поверхности.

Ключевые слова: труба, клиновой нож, гидроцилиндр, сила реза, давление, маслостанция, электропривод.

SMALL SCISSORS FOR HIGH QUALITY CUTTING OF THIN-WALLED TUBES

Eron'ko S.P.¹, Smirnov E.N.², Tkachev M.Yu.¹, Kovaleva O.A.¹

¹ "Donetsk national technical University", Donetsk

² Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The design features and operating principle of small-sized hydraulic shears realized two-stage cutting on dimensional lengths of thin-walled pipes, which the high quality of the end surface is provided, are highlighted.

Keywords: pipe, wedge knife, hydraulic cylinder, cutting force, pressure, oil station, electric drive.

В настоящее время, как известно, порезку тонкостенных труб на мерные длины в поточных линиях сварочных и гибочных станков осуществляют пилами, абразивными кругами или ножницами с профилированными ножами. Практика использования указанных режущих систем свидетельствует о том, что ни одно из них не отвечает одновременно двум важным условиям: обеспечение требуемой скорости разделения трубы на мерные заготовки и исключение образования на их торцах таких дефектов, как смятие, заусенцы или задиры [1]. В связи с этим задача создания новых образцов оборудования, позволяющего без снижения ритма работы трубосварочных станков

добиться требуемых показателей качества производимой на них продукции, является актуальной и требует принятия оригинальных решений [2, 3]. В этом отношении следует признать перспективным использование прогрессивных схем разделения на части труб круглого сечения, к которым можно отнести их двухстадийную резку, схематично представленную на рисунке 1 б. Суть ее заключается в том, что в теле трубы, зафиксированной в нижнем ножевом блоке, предварительно выполняют вспомогательным ножом, движущимся в горизонтальной плоскости, надрез, ослабляющий поперечное сечение трубы (1-я стадия), после чего вертикально опускающимся клиновым ножом осуществляют на нее силовое воздействие в ослабленном месте и разделяют профиль на части без возникновения смятия их торцевых поверхностей (2-я стадия). Для осуществления двухстадийного процесса резки трубного проката необходима специальная конструктивная схема ножниц, включающих основной и вспомогательный режущие механизмы, синхронно работающие от одного привода.

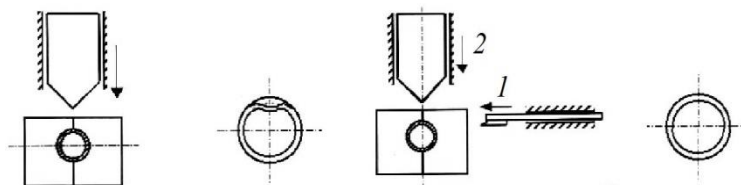


Рисунок 1 – Схема движения ножей при реализации одно- (а) и двухстадийного (б) процессов поперечной резки тонкостенных труб

На основе результатов выполненного сопоставительного анализа кинематических схем известных зарубежных и отечественных аналогов была предложена механическая синхронизация одновременно начинающихся движений основного и вспомогательного ножей по заранее заданному закону, предполагающему завершение выполнения надреза трубы до момента начала силового контакта с ней клинового ножа. Указанная последовательность взаимодействия элементов разработанной системы ножниц реализована за счет обеспечения кинематической связи между ними посредством двух вертикальных и одной горизонтальной зубчатых реек, находящихся в зацеплении с размещенными на одном валу зубчатыми колесами с разными диаметрами делительных окружностей, соотносящимися между собой так, что скорость горизонтальной рейки превышает скорость движения вертикальных реек в 1,5 раза (Рисунок 2).

Данные об энергосиловых параметрах процесса резки труб клиновыми ножами, полученные в результате предварительно проведенных теоретических и экспериментальных исследований [4, 5], были использованы при расчете и конструировании опытно-промышленного образца усовершенствованных ножниц. В зависимости от условий

практического применения, ножницы могут комплектоваться гидравлическим (Рисунок 3, а) или электромеханическим (Рисунок 3, б) приводами.

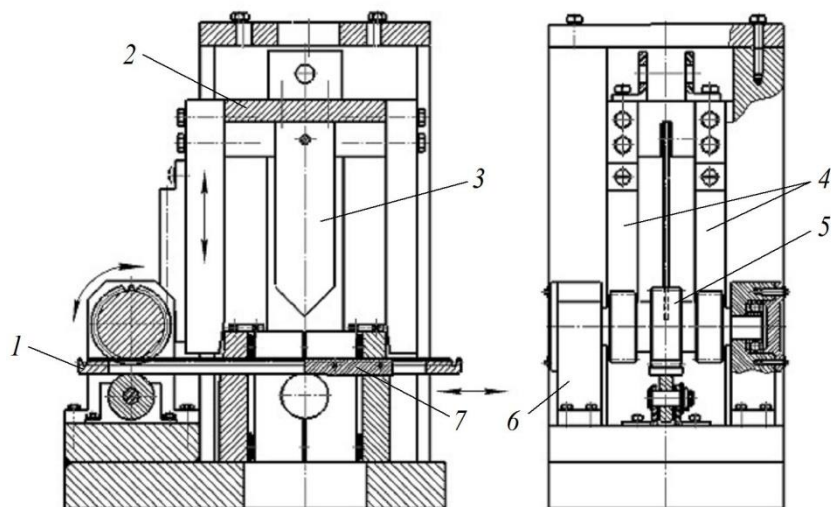


Рисунок 2 – Кинематическая схема механической синхронизации движения горизонтального и вертикального ножей режущего блока ножниц: 1 – горизонтальная зубчатая рейка; 2 – суппорт; 3 – вертикальный клиновидный нож; 4 – вертикальные зубчатые рейки; 5 – вал с зубчатыми колесами; 6- подшипниковая опора вала; 7 – горизонтальный нож

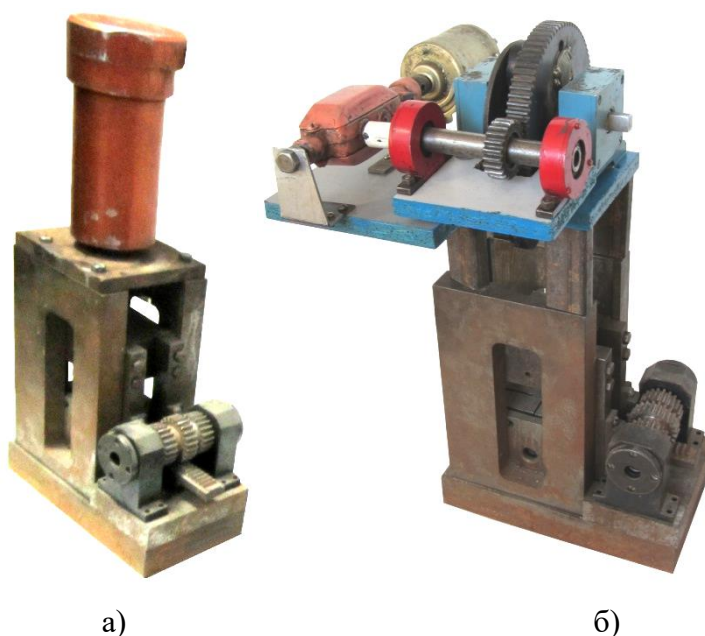


Рисунок 3 – Вариант исполнения разработанных ножниц с гидравлическим приводом (а) и электромеханическим приводом (б)

На рисунке 4 приведена принципиальная схема управления работой силового гидроцилиндра, приводящего в действие режущий блок ножниц.

Благодаря компактности и относительно небольшой массе, разработанный режущий блок, снабженный гидроприводом, может быть легко встроен в конструктивную схему летучих ножниц, работающих в потоке трубосварочного стана. В этом случае режущий блок с помощью специального механизма должен перемещаться вместе с трубой и приводиться в действие в момент выравнивания их скоростей.

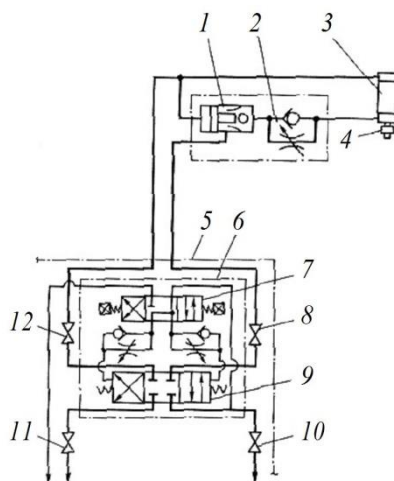


Рисунок 4 – Принципиальная схема системы управления работой гидропривода ножниц:

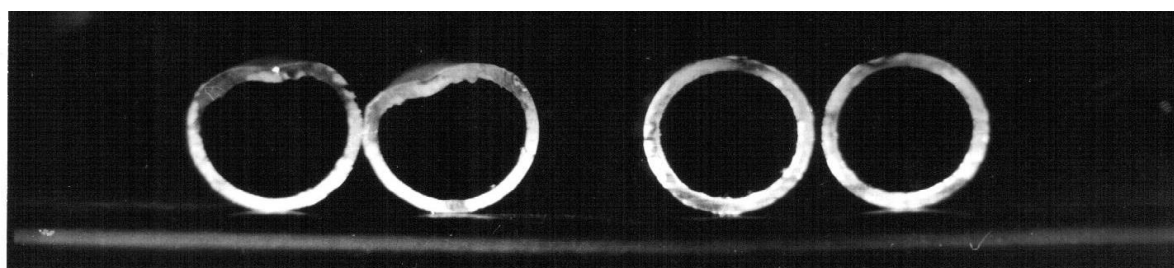
- 1 – гидрозамок; 2 – дроссель с обратным клапаном; 3 – гидроцилиндр;
- 4 – присоединительная проушина; 5 – насосная станция; 6 – гидрораспределитель;
- 7 – управляющий золотник; 9 – основной золотник; 8, 10, 11, 12 – вентили

Причем привод механизма реза летучих ножниц следует дополнительно снабдить гидравлическим аккумулятором для осуществления ускоренной резки трубы в процессе ее движения. Наличие аккумулятора позволяет отказаться от использования приводной маслостанции с большой объемной подачей рабочей жидкости в силовой гидроцилиндр и тем самым снизить мощность ее электродвигателя. Вместе с тем, следует отметить то, что применяемый в ножницах механизм фиксации трубы рассчитан на ее конкретный типоразмер (наружный диаметр), что требует замены двух пар неподвижных ножей при переходе на порезку профиля с другими геометрическими параметрами поперечного сечения и наличия необходимого сменного комплекта нижних ножевых блоков, соответствующих сортаменту производимых на стане тонкостенных труб.

Ножницы с электромеханическим приводом дополнительно включают одноколенный вал с шатуном для сообщения суппорту с верхним клиновым ножом вертикального перемещения, тихоходную зубчатую передачу, двухступенчатый коническо-цилиндрический редуктор и электродвигатель. При этом колесо тихоходной зубчатой передачи является одной из щек одноколенного вала. Такая компоновка элементов электромеханического привода позволила обеспечить его достаточную

компактность.

Ножницы с механическим приводом рекомендуется применять в условиях проведения ремонтных работ, когда требуется автономность их функционирования. В этом случае их можно размещать на тележке, благодаря чему легко менять положение на ремонтной площадке. Обеспечиваемая данными ножницами двухстадийная резка тонкостенных труб позволяет заметно улучшить качество их торцевых поверхностей в сравнении с традиционной схемой разделения на мерные длины трубного профиля с использованием клиновых ножей, о чем наглядно свидетельствуют виды образцов, приведенные на рисунке 5.



а)

б)

Рисунок 5 – Вид торцевой части труб после разделения на части по одно- (а) и двухстадийной (б) схемах резки

Таким образом, благодаря конструктивным особенностям, предлагаемые малогабаритные ножницы могут использоваться для качественной резки тонкостенных труб как в линии трубосварочных станков, так и в мобильном исполнении на рабочих площадках в условиях проведения ремонтных операций.

Список литературы

1. Карнаух С.Г. Разработка оборудования для разделения сортового проката (труб) на мерные заготовки с применением нитинола / С.Г. Карнаух, Д.С. Карнаух, Н.В. Чоста // Сб. научн. тр. ДГМА. – Краматорск: ДГМА. – 2015. – № 2. – С. 323 - 326.
2. Боровик П.В. Теоретическое определение силы резки ножницами фасонных профилей / П.В. Боровик, П.А. Петров // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2013. – № 5. – С. 41 - 44.
3. Ульяницкий В.Н. Влияние формы и расположения профиля на энергосиловые параметры резки фасонного металлопроката сортовыми ножницами / В.Н. Ульяницкий, П.А. Петров // Сб. научн. тр. ДонГТУ. – Алчевск: ДонГТУ. – 2016. – Вып. 3. – С. 149-156.

4. Расчет силы резания тонкостенных труб клиновидными ножами / Еронько С.П. [и др.] // Прогрессивные технологии и системы машиностроения: Межд. сб. научн. тр. – Донецк: ДонНТУ. – 2003. – Вып. 24. – С. 61 - 66.

5. Теоретические и экспериментальные исследования силовых параметров процесса резки тонкостенных труб клиновыми ножами / С.П. Еронько [и др.] // Специальный выпуск «Металлургические процессы и оборудование». – 2016. – № 5. – С. 15 - 21.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКИСЛЕНИЯ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО
ЖЕЛЕЗА МЕТОДОМ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ**

Ёкубжонов Ш.З., Короткова Л.Н., Тимофеева А.С.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
lara.korotkova@inbox.ru, +7-905-675-17-43*

***Аннотация.** В работе рассмотрен вопрос окисления горячебрикетированного железа, основные внешние факторы, влияющие на окисление и приведена методика определения окисления ГБЖ методом перепада давления окружающей атмосферы брикет за счет уменьшения кислорода, пошедшего на окисление.*

***Ключевые слова:** горячебрикетированное железо, приборы, окисление, методика.*

**THE METHOD OF DETERMINING THE OXIDATION OF HOT BRIQUETTED IRON
BY THE METHOD OF DIFFERENTIAL PRESSURE**

Yokubjonov Z.S., Korotkova L.N., Timofeeva A.C.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The paper deals with the oxidation of hot-briquetted iron, the main external factors affecting the oxidation and the method of determining the oxidation of HBI by the pressure drop of the surrounding atmosphere of briquettes by reducing the oxygen that went to oxidation.*

***Keywords:** hot-briquetted iron, devices, oxidation, method.*

Все формы железа, полученного методом прямого восстановления – окатыши или горячебрикетированное железо (ГБЖ) – имеют различную поверхностную активность, обусловленную их пористой структурой. При открытом хранении и транспортировке различные формы железа, полученного методом прямого восстановления, в разной степени могут проявлять свои пиррофорные свойства [1].

По мнению международных экспертов на пожароопасность железа, полученного методом прямого восстановления, оказывает существенное влияние кажущаяся плотность конечного продукта. В соответствии с редакцией International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBS Code) [2] при перевозке морем DRI делится на три категории (Таблица 1)

С 01.01.2011 года IMSBS Code получает статус обязательного. В качестве одного из показателей, контролируемых при погрузке DRI на суда, вводится показатель - кажущаяся

плотность предъявляемого к перевозке груза.

Таблица 1 – Классификация железа прямого восстановления при его транспортировке морем

Типы груза	Direct Reduction Iron (A) Briquetess, hot-moulded	Direct Reduction Iron (B) pellets, lumps, cold-moulded briquettes	Direct Reduction Iron (C) (by-product fines)
Критерии отнесения к данному типу	Кажущаяся плотность более 5 г/см³ Размеры: длина 50 - 140 мм, ширина 40-100 мм. толщина 20- 50 мм, вес 0,2 - 3,0 кг	Кажущаяся плотность менее 5 г/см³ Куски и окатыши: размер частиц 6,35 мм 25 мм. Брикеты: от 35 мм до 40 мм	Кажущаяся плотность менее 5 г/см³ продукт процессов производства и обработки DRI (A) и / или DRI (B) . Размер частиц 6,35-12 мм

ГБЖ имеет плотность более 5,0 г/см³ и даже более 5,1 г/см³, что является гарантией его целостности в ходе транспортных операций и безопасности морских перевозок [3]. С другой стороны, если брикеты не являются достаточно прочными, то при транспортировке даже в пределах предприятия, выпускающего брикеты, они терпят разрушение за счет неоднократной перевалки. При транспортировке зарубежным потребителям, особенно, морским путем, перевалки дополнительно испытывают брикеты в портах погрузки-выгрузки. Причем, при перевалке в портах используется грейферная перегрузка. В результате могут получиться не целые брикеты, а смесь брикетов и различного гранулометрического состава кусков раздробившихся брикетов. Поэтому, важное значение для окисления металлизированного продукта играет прочность горячебрикетированного железа. Кроме того, если ГБЖ транспортируется морским путем, появляется возможность увеличения скорости окисления железа.

В условиях кафедры металлургии и металловедения была составлена методика исследования окисления ГБЖ и проведены эксперименты по ней.

Для экспериментов необходимо иметь следующее оборудование:

1. Эксикатор, имеющий соединения с атмосферой через кран (Рис. 1-А)) Эксикатор предназначен для измерения перепада давления внутри его при нахождении там металлизированного продукта в течение определенного времени
2. Микроанометр Testo-110, определяющий перепад давления атмосферы в эксикаторе при окислении металлизированного продукта в нем (Рис. 1-Б).
3. Психрометр для измерения влажности окружающей среды (Рис. 1-В)

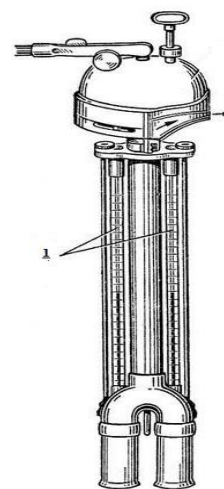
Для определения окисления железа необходимо взять 3 ГБЖ с одной партии производства, взвесить их. Зарегистрировать температуру окружающей среды и влажность.



А)



Б)



В)

Рисунок 1 – А)-вакуумный эксикатор, Б)- микроманометр Testo-110, В)-психрометр

Затем эти брикеты положить в эксикатор, закрыв плотно крышку эксикатора. Для этого необходимо смазать поверхности соприкосновения дна и крышки эксикатора смазкой и подключить микроманометр (Рис. 2). Открыть кран соединения атмосферы с эксикатором в крышке его, подождать пока выровняется давление в эксикаторе с давлением атмосферы, и закрыть кран. При этом необходимо зарегистрировать начало времени эксперимента. Далее снимать показания микроманометра через каждый час, а также влажность и температуру окружающей среды.



Рисунок 2 – Установка для определения окисления ГБЖ

Для этого необходимо открывать крышку и измерять массу брикетов. Брикеты после взвешивания поместить снова в эксикатор и производить измерения далее аналогично началу эксперимента. Измерения нужно проводить длительное время, чтобы результаты были более достоверными. Нами были проведены по данной методике исследования по окислению ГБЖ в течение месяца. Учитывая, что в начале содержание кислорода в эксикаторе будет равно содержанию его в атмосфере и с течением времени происходит окисление железа под действием кислорода, то изменение давления в эксикаторе - это есть как раз изменение давления кислорода, так как его стало меньше. Зная ΔP и применяя формулу для кислорода:

$$\Delta P * \Delta V = \Delta m / \mu RT$$

$\Delta P = \Delta P_{\text{г}} + \Delta P_{\text{O}_2}$, при этом надо учитывать, что $\Delta P_{\text{г}}$ не меняется, так как кроме кислорода в реакциях не участвует никакой газ. То есть начальное содержание и кислорода, и оставшихся газов можно найти по их процентному содержанию. Затем содержание оставшихся газов и давление их не меняется, а содержание и давление кислорода будет меняться.

Можно найти ΔV кислорода (м^3), где Δm – это изменение массы кислорода в эксикаторе за время эксперимента, равное $\Delta V * \rho$, где плотность кислорода надо смотреть чему она равна при том давлении, при котором применяется эта формула. Данные можно взять из справочника. Зная сколько поглощает масса брикетов кислорода за определенное время, можно найти, сколько железа окисляется, используя реакцию окисления железа.

Список литературы

1. Снопков В.И. Технология перевозки грузов морем: Учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп.-С. Петербург: АНО НПО "Мир и Семья", 2001 г.-560с. илл.
2. International Maritime Solid Bulk Cargoes Code (IMSBC Code) and supplement.- London: International Maritime Organization, 2009-445p.
3. Правила Безопасности Морской Перевозки Навалочных грузов (Правила НГ), СТО 318.1.38-2009. Книга 1,2 – СПб., ЦНИИМФ, 2009.-842 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УГАР МЕТАЛЛА

Жиденко А.И., Тимофеева А.С., Лавриненко К.В.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
Lexsey1236@yandex.ru, +7-961-171-72-75*

Аннотация. В данной статье описывается метод определения коэффициента теплопроводности металла с использованием защитного покрытия. Автором были проверены два различных защитных покрытия. Так же было определено влияние защитных покрытий с различными значениями коэффициента теплопроводности на угар металла.

Ключевые слова: защитное покрытие, теплопроводность, угар металла.

INVESTIGATION OF THE THERMAL CONDUCTIVITY OF THE PROTECTIVE COATING AND ITS INFLUENCE ON THE WASTE OF THE METAL

Zhidenko A.I., Timofeeva A.S., Lavrinenko K.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. This article describes the method of determining the coefficient of thermal conductivity of metal with the use of protective coating. Two different protective coatings were tested by the author. The influence of protective coatings with different values of the coefficient of thermal conductivity on the metal waste was also determined.

Keywords: protective coating, thermal conductivity, metal waste.

Некоторые защитные покрытия могут способствовать нагреву заготовок. Их действие основано на том, что они, при малом тепловом сопротивлении (объясняемом высокой теплопроводностью) обладают высокой степенью черноты. Именно за счёт последнего свойства зачерняющие покрытия усиливают радиационный теплообмен, что и способствует ускорению нагрева покрытого объекта [1].

Для исследования температурной зависимости теплопроводности твердых тел в работе используется измеритель теплопроводности ИТ- λ -400, который включает в себя: измерительный блок, блок питания и регулирования, микровольтнаноамперметр Ф136, измерительную ячейку.

Для экспериментов брались 3 цилиндрических образца с диаметром 14,45 мм и

высотой 7 мм. Использовались следующие покрытия:

- на основе глины, соды, периклаза, обожженного песка и жидкого мыла.
- на основе глины, активированного угля, соды, графита, брусита и жидкого мыла.

Использовались по 3 вариации защитного покрытия с различной консистенцией с добавлением воды в первое покрытие 17,5%, 20% и 22% соответственно, и во второе 30%, 33% и 36%. Перед экспериментом на образцы наносилось защитное покрытие и выдерживали до высыхания при комнатной температуре (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Образцы с нанесённым покрытием

Далее образец загружался в измерительную ячейку установки ИТ- λ -400. Затем снимали показания прибора и рассчитывали величины теплопроводности образцов, согласно инструкции прибора.

Результаты экспериментов представлены на рисунке 2 и 3.

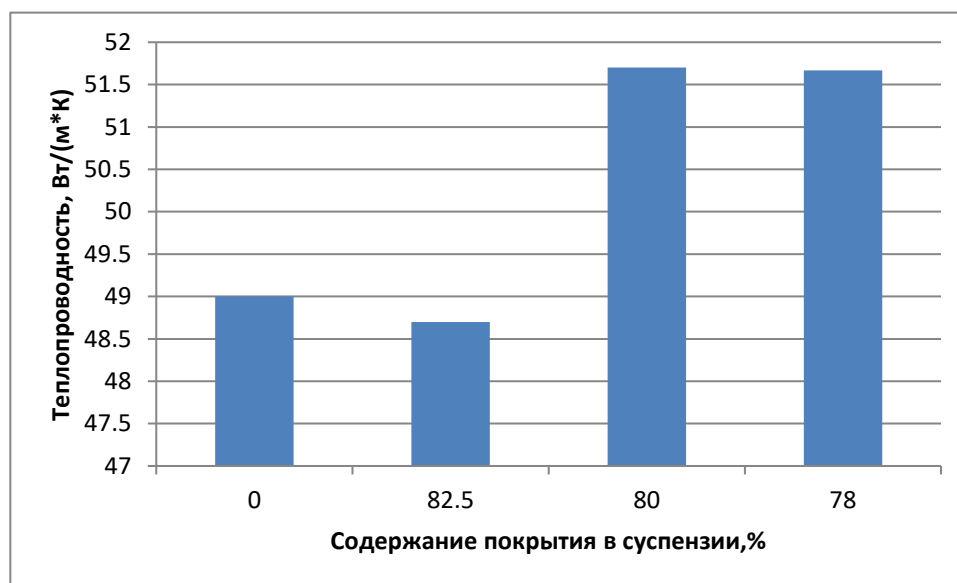


Рисунок 2 – Теплопроводность первого покрытия

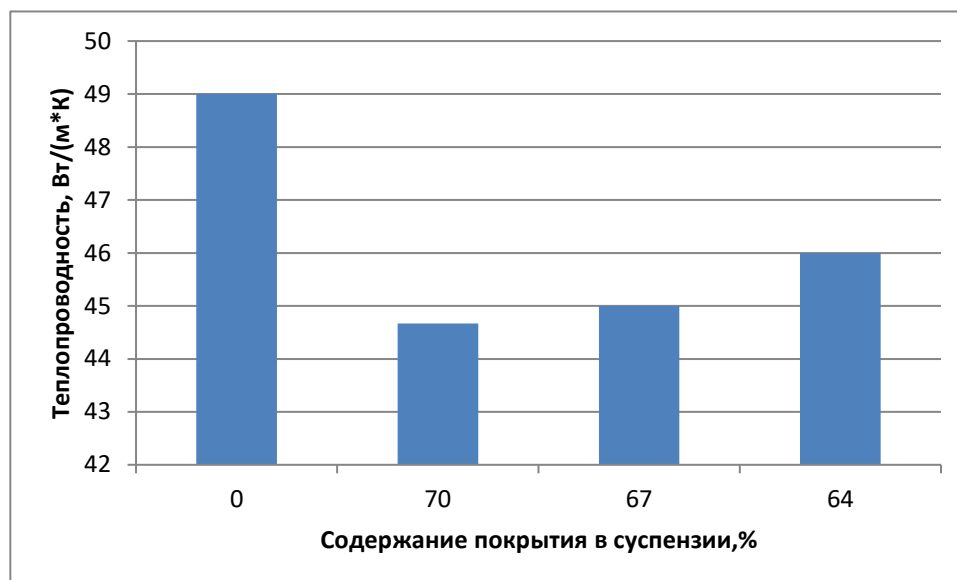


Рисунок 3 – Теплопроводность второго покрытия

Анализируя результаты экспериментов, делаем вывод о том, что с применением первого защитного покрытия значение теплопроводности практически не изменилось, а при использовании второго покрытия коэффициент теплопроводности уменьшился. Так как средний коэффициент теплопроводности второго покрытия меньше, можно предположить, что теплообмен будет проходить менее интенсивно и при этом может оказаться что заготовка может и не прогреться до необходимой температуры.

Для экспериментов по определению влияния теплопроводности на угар металла брались образцы из углеродистой стали и разделялись на три партии по три образца. Далее они взвешиваются на весах и с помощью штангенциркуля определялись их размеры.

Далее, для экспериментов с покрытиями, часть образцов покрывалась кисточкой соответствующими суспензиями, теплопроводность которых определяли выше и высыхала на воздухе (см. рисунок 4). Для более быстрого высыхания образцов возможно применение теплового пистолета.

Затем на муфельной печи SNOL 7,2/1100 устанавливается программа сначала на нагрев до температуры 950°C и выдержкой 90 минут, после нагрев до 1100 и 1200 °C и последующей выдержкой 45 минут на каждой температуре. При достижении в печи 900 °C, в неё загружаются образцы стали не покрытые 3 и покрытые 1 покрытием 9 и вторым покрытием 9. Через 90 минут берется первая партия образцов (по одному из серии не покрытых, с 1 покрытием и со 2 покрытием), взвешивается на весах и оставляются охлаждаться на воздухе.



Рисунок 4 – Заготовки с нанесёнными защитными покрытиями (справа первое покрытие, слева – второе)

Предыдущие действия повторяются с последующими партиями образцов после их выдержки при заданной температуре.

После полного охлаждения образцов, с них снимается окалина механическим способом и взвешивается, взвешивается и образец.

Далее производится расчёт по определению количества полученной окалины. Для этого используется формула для определения окалинообразования металла:

$$\Delta m = m_2 - m_1,$$

Результат экспериментов представлен на рисунках 5.

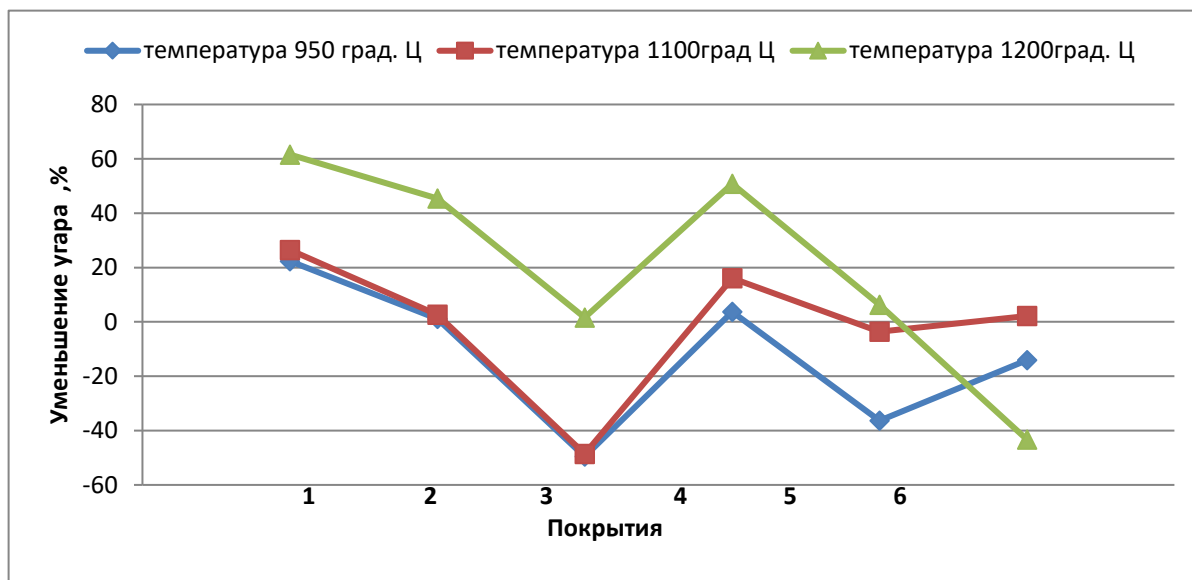


Рисунок 5 – Уменьшение угара металла в зависимости от покрытия и теплопроводности

Необходимо отметить, что с увеличением температуры для всех образцов увеличивается процент угара. При рассмотрении результатов эксперимента получается, что первое покрытие и 4 покрытие имеют самое большое уменьшение угара по сравнению

с образцом без покрытия, причем при всех температурах. Для этих образцов теплопроводность оказалась выше. По теории теплообмена можно предположить, что в этих образцах происходит не только хороший теплообмен, но и, видимо, они отличаются и другими теплофизическими свойствами, такими как теплоемкость и излучательная способность, которые далее предстоит выяснить на экспериментах.

Список литературы

1. Манюров, Ш. Б. Разработка технологии снижения поверхностного окисления и обезуглероживания стальных заготовок при нагреве с применением кратковременных технологических покрытий: Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / Ш. Б. Манюров. – Москва, 2014. – 158 с.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ
ВОССТАНОВЛЕННЫХ ЛИМОНИТОВЫХ РУД БУРУКТАЛЬСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Заблоцкая Ю.В., Садыхов Г.Б., Смирнова В.Б., Анисонян К.Г.

ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Россия, г. Москва

nboxclear@gmail.com

119991, Москва, Ленинский проспект, 49

***Аннотация.** В работе предложен вариант гидрометаллургической переработки восстановленных лимонитовых руд Буруктальского месторождения с селективным извлечением в раствор никеля и кобальта. Показан механизм процесса выщелачивания огарка слабыми растворами серной кислоты в условиях атмосферного давления и его особенности.*

***Ключевые слова:** лимонитовая руда, Буруктальское месторождение, никель, кобальт, сернокислотное выщелачивание.*

**FEATURES OF SULFURIC ACID LEACHING PROCESS OF REDUCED LIMONITIC
ORES OF THE BURUKTALSKY DEPOSIT**

Zablotskaya Y.V., Sadyhov G.B., Smirnova V.B., Anisonyn K.G.

Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science, Russian Academy of Sciences, Russia, Moscow

***Abstract.** In this paper, a variant of hydrometallurgical processing of ores extracted by the recovered limonitic ore Buruktalsky Deposit with selective extraction in a solution of Nickel and cobalt is proposed. The mechanism of the process of leaching of cinder by weak solutions of sulfuric acid under atmospheric pressure and its features is shown.*

***Keywords:** limonitic ore, Buruktalsky Deposit, nickel, cobalt, sulfuric acid leaching.*

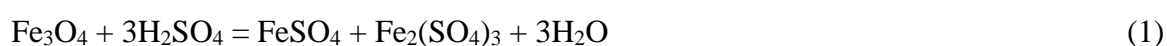
В окисленных латеритные никелевых рудах (ОНР) сконцентрированы основные запасы никеля и в настоящий момент составляют около 160 млн.т в мире. Основные месторождения ОНР располагаются в Индонезии, Новой Каледонии, Австралии, Филиппинах, Балканах, Кубе и России. В свою очередь по минеральному составу их условно делят на железистые (лимонитовые) и магнезиально-силикатные (сапролитовые) руды. Лимонитами представлено около 70% латеритных руд [1]. В России латеритные руды отличаются более низким содержанием никеля (0,8-1,2%). Самым крупным отечественным месторождением окисленных никелевых руд является Буруктальское

месторождение в Оренбургской области, в нем сосредоточено около 7% разведанных в России запасов никеля со средним его содержанием 0,63% [2].

Основными промышленными способами переработки таких руд являются гидрометаллургические технологии по следующим схемам: сернокислотное автоклавное выщелачивание, аммиачно-карбонатное выщелачивание после предварительного восстановительного обжига руды (Карон процесс) [1, 3]. Однако у них есть ряд недостатков, которые связаны со значительными энергетическими затратами, невысокой степенью извлечения никеля и кобальта, экологическими проблемами утилизации растворов. В связи с чем для переработки окисленных никелевых руд Буруктальского месторождения предложен новый гидрометаллургический способ извлечения Ni и Co, в основе которого выщелачивание предварительно восстановленной лимонитовой руды слабыми растворами серной кислоты в условиях атмосферного давления [4].

Минеральный состав железистой руды Буруктальского месторождения состоит из гетита FeOОН, маггемита γ -Fe₂O₃, кварца SiO₂, клинохлора (Mg,Al)₆Si₄O₁₀(OH)₃, гиббсита Al(OH)₃ и серпентина Mg₂Si₂O₅(OH)₄. В условиях восстановления лимонитовой руды в интервале температур 725-775°C весь никель и частично железо, содержащийся в исходной руде, восстанавливаются до металлического состояния с образованием сплава Fe-Ni. После восстановления лимонитовая руда имеет следующий химический состав (%): Ni – 1,04, Co – 0,07, Fe – 42,0, MgO – 1,0, Al₂O₃ – 7,44, SiO₂ – 9,20, ппп – 13,7.

В процессе выщелачивания восстановленной лимонитовой руды протекает растворение сплава Fe-Ni, которое интенсифицируется появлением в растворе на ранней стадии ионов Fe³⁺, благодаря частичному растворению магнетита:



В результате исследования было получено, что при слабокислотном выщелачивании при pH 2,5-3,0, температуре 90-95°C и Т:Ж=1:4 в течение 1,5-2 часов извлечение Ni в раствор составляет 87-99%, а Co до 75%. При этом расход H₂SO₄ - 95-140 кг/т руды. Сернокислый раствор после выщелачивания и отделения от твердой фазы направляется на переработку для дальнейшего извлечения никеля и кобальта сорбционным способом или экстракцией. Полученные концентрированные по основным элементам растворы направляется на производство никеля и кобальта известными способами. Отработанный раствор после очистки от примесей железа и алюминия возвращают в голову процесса – процесс выщелачивания.

В результате гидрометаллургическая схема извлечения Ni и Co из восстановленных

лимонитовых руд отличается от известных технологий, в частности от промышленного Карон процесса, который может быть рассмотрен как аналог предлагаемого способа, простотой в исполнении и легко управляемым, является экономически более эффективным за счет увеличения по показателям извлечения и селективности никеля и кобальта. Схема экологически чистая и замкнутая по жидким стокам. Все операции процесса выполняются на известном стандартном оборудовании. Гидрометаллургический передел процесса отличается меньшими удельными материальными потоками по растворам.

Работа выполнена по государственному заданию № 007-00129-18-00.

Список литературы

1. Резник И.Д., Ермаков Г.П., Шнеерсон Я.М. Никель. – М.: Наука и технология, 2001, т.2. - 468 с.
2. Витовская И.В., Бугельский Ю.Ю. Никеленосные коры выветривания Урала. – М: Наука, 1982. - 190 с.
3. Srećko R. Stopića , Bernd G. Friedrichb. Hydrometallurgical processing of nickel lateritic ores // Military technical courier. 2016. Vol 64. No 4. P.1033–1047.
4. Садыхов, К.Г. Анисонян К.Г., Гончаров К.В., Заблоцкая Ю.В., Хасанов М.Ш., Олюниной Т. В. Комплексные подходы к повышению эффективности использования окисленных никелевых руд // Сб. тезисов докладов XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, 26 - 30 сентября 2016 года: - Волгоград: ВолгГТУ. - Т.2. - С.313-315.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ КОЛОСНИКОВ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ОБЖИГОВОЙ МАШИНЕ

Князев И.С.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол*

knyazev.93@inbox.ru

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

Аннотация. *Представлены результаты моделирования условий эксплуатации колосников в обжиговой машине для производства окатышей, выполненные с помощью метода конечных элементов. Определены максимально допустимы деформации колосников в продольной и поперечной плоскости, которые могут быть переданы в систему автоматизированного контроля состояния колосников.*

Ключевые слова: *автоматическая система управления, обжиговая машина, окатыши, математическая модель, колосник.*

MODELING OF PROCESS OF DEFORMATION OF THE GRATE DURING THE OPERATION IN THE ROASTING MACHINE

Knyazev I.S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. *The results of modeling the operating conditions of grate bars in the roasting machine for the production of pellets performed using the finite element method. The maximum allowable deformation of grate bars in the longitudinal and transverse plane, which can be transferred to the system of automated control of the grate, is obtained.*

Keywords: *automatic control system, roasting machine, pellets, mathematical model, gridiron.*

Получение готовой металлургической продукции высокого качества невозможно без соблюдения высокой культуры производства на всех этапах технологической схемы получения металлопродукции [1]. Начиная с процесса измельчения и обогащения железной руды [2], и заканчивая прокатным или прессовым производством [3, 4].

Одну из основных позиций в технологической цепочке занимает процесс окускования железнорудного сырья, поскольку качество полученных окатышей обуславливает эффективность сталеплавильного производства [5].

Повысить эффективность работы обжиговой машины можно путем изменении схемы газопотоков обжиговых машин с целью повторного использования тепла отходящих газов [6], применения систем газоанализа [7], максимальным использованием теплоты обожженных окатышей и газов [8], применения иных систем автоматизации [9] или использования оптимизации режима работы машины по расходу топлива [10].

Одной из проблемных ситуаций, является нарушение целостности колосниковой решетки за счет деформации отдельных колосников с последующим их разрушением и выпадением, [11], что связано с одной стороны с процессом окалинообразования [12], а с другой – коробления от термических напряжений.

Контроль целостности колосниковой решетки в настоящее время осуществляется визуально, что не обеспечивает надлежащего качества контроля. В то же время все большее применение находят системы так называемого машинного зрения, которые позволяют автоматизировать процесс контроля с помощью получения и анализа изображений контролируемого объекта [13]. Таким образом разработка системы машинного зрения для контроля за состоянием колосниковой решетки является важной и актуальной задачей.

Моделирование условий эксплуатации колосника обжиговой машины имеет определенные трудности в связи с наличием неравномерного температурного поля, это приводит к необходимости решать довольно специфические задачи [14-17]. Для оценки критических деформаций, которые может выдержать колосник до коробления или разрушения, было решено воспользоваться компьютерным моделированием с помощью метода конечных элементов. Данный метод широко применяется как при исследовании прочности конструкций так и обработки металлов давлением при высоких температурах [18].

Моделирование производилось в программе ElmerGUI, более подробно модель описана в работе [19]. Предполагалось моделирование двух видов колосников (Рисунок 1), которые используются в данный момент на обжиговой машине, согласно рекомендациям фирмы производителя.

На основе результатов исследования на основе анализа напряженного состояния (Рисунок 2) были определены деформации в продольной и поперечной плоскости, которые могут привести к его разрушению.

При изгибе колосника, располагающегося в боковой части тележки, в продольной плоскости максимальная деформация в средней части колосника составляет 2,2 мм, а возникающие напряжения 17,58 МПа (при пределе 18 МПа). При изгибе в поперечной плоскости максимально допустимый изгиб колосника по оси составляет 6 мм, а

возникающие напряжения 17,95 МПа.

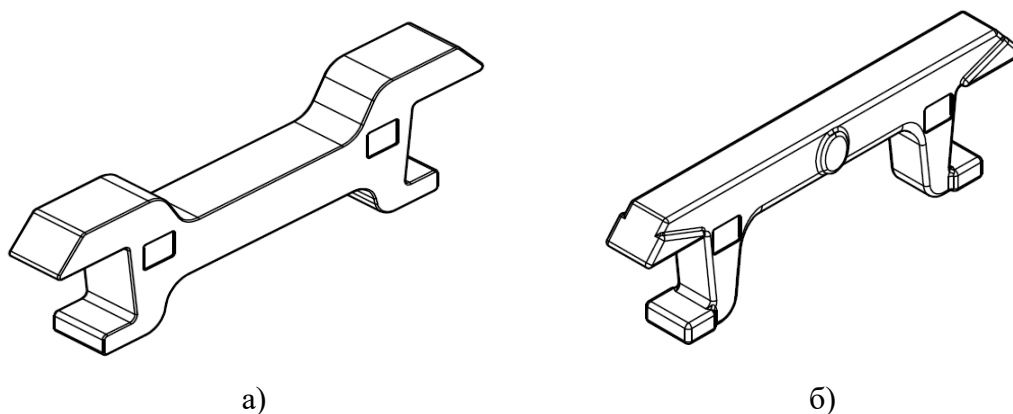


Рисунок 1 – Колосники боковой (а) и центральной (б) части решетки

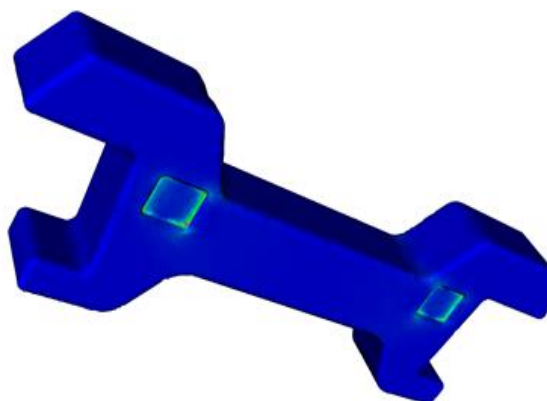


Рисунок 2 – Напряженное состояние колосника при изгибе (моделирование в Elmer)

При изгибе колосника, располагающегося в центральной части тележки, в продольной плоскости максимальная деформация в средней части колосника составляет 3 мм, а возникающие напряжения 131 МПа (при пределе 150 МПа). При изгибе в поперечной плоскости максимально допустимый изгиб колосника по оси составляет 18 мм, а возникающие напряжения 148 МПа.

Вывод. Разработана компьютерная модель для оценки состояния колосника обжиговой тележки в процессе эксплуатации. Определена величина деформации, которая может привести к его разрушению. Данные результаты будут использованы в системе машинного зрения для сигнализации о критическом уровне деформации колосника.

Список литературы

1. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция - основа повышения качества проката ответственного назначения // Металл и литье Украины. 2002. № 7/8. С. 35-37.

2. Промышленные испытания мелющих шаров повышенной твердости при измельчении железистых кварцитов / А.И. Серов, Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, В.А. Белевитин // Обогащение руд. - 2017. - №3. - С. 15-20.

3. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д. Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.

4. Сквозная оценка механических свойств полупродукта и прессованных алюминиевых профилей в условиях типового регионального производителя ООО «АЛТЕК» / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, М.В. Митрофанов, О.Е. Смирнов, В.А. Белевитин, А.Н. Смирнов // Metallurg. 2017. -№ 10. -С. 49-53.

5. Меркер Э.Э., Крахт Л.Н., Малахова О.И., Черменев Е.А., Степанов В.А., Скляр В.А. Совершенствование технологии плавления железорудных металлизированных окатышей в ванне дсп при загрузке через полые электроды // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство Материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2017. С. 51-56.

6. Варичев А.В., Угаров А.А., Эфендиев Н.Т., и др. Разработка и ввод в эксплуатацию современной обжиговой машины мок-1-592 в ПАО «Михайловский ГОК» // Горная Промышленность. 2017. №3 (133). С. 16-20.

7. Скляр В.А., Князев И.С. Методы газового анализа в металлургических технологических агрегатах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство Материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2017. С. 86-90.

8. Боковиков Б.А., Брагин В.В., Солодухин А.А., Ярошенко Ю.Г. Минимизации сбросов на дымовую трубу – путь к повышению энергоэффективности обжиговых конвейерных машин // Сталь. 2016. №8. С. 81–84.

9. В.А. Кривоносов, Д.С. Пирматов Контроль температуры окатышей по зонам обжиговой машины // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. №8. С. 189-194

10. Кривоносов В.А., Пирматов Д.С. Математическая модель процесса обжига окатышей по зонам обжиговой машины для оптимизации режима//Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010, Т.6. №5. С. 128-132.

11. Иванов Д.И., Кожухов А.А., Скляр В.А. Анализ причин снижения эксплуатационного ресурса колосников обжиговых тележек из стали 40X24H12СЛ методом математического моделирования // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 61. № 7. С. 536-542.

12. Кожухов А.А., Скляр В.А., Черменев Е.А., Краснов Ю.В. Исследование механических свойств спеков окалины при разных температурах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство Материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2017. С. 34-39.

13. Потапов А.С. Системы компьютерного зрения. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. 161 с.

14. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.

15. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А. Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.

16. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.

17. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.

18. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.

19. Князев И.С., Склад В.А. Компьютерное моделирование физического состояния колосника обжиговой тележки для разработки автоматизированной системы контроля // Вестник современных исследований. 2018. № 4.2 (19). С. 250-254.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ В ДУГОВЫХ ПЕЧАХ

Кожухова В.И., Кожухов А.А.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
koshuhov@yandex.ru*

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы применения отходов производства прямого восстановления железа при выплавке стали в дуговых печах. Проведены расчеты материального и энергетического баланса выплавки стали в дуговой печи. Выполнена оценка различных вариантов использования отходов в процессе выплавки стали. Доказана перспективность использования отходов прямого восстановления железа.*

***Ключевые слова:** дуговая печь, отходы, шлам.*

THE PROSPECTS OF USE OF PRODUCTION WASTES OF DIRECT RESTORATION OF IRON WHEN SMELTING BECAME IN ARC FURNACES

Kozhukhova V.I., Kozhukhov A.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** Questions of use of production wastes of direct restoration of iron when smelting steel in arc furnaces are considered. Calculations of material and power balance of smelting of steel in the arc furnace are carried out. Assessment of various options of use of waste in the course of steel smelting is executed. The prospects of use of waste of direct restoration of iron are proved.*

***Keywords:** arc furnace, waste, slime.*

Сегодня достаточно актуально стоит вопрос утилизации отходов, образующихся в процессе производства различных металлов и сплавов. В последнее время все большее внимание уделяется вопросу разработки технологий, направленных на повторную переработку образующихся отходов в основных металлургических процессах. Анализ научно-технической литературы показывает, что сегодня достаточно активно ведутся работы по разработке технологий, направленных на утилизацию пыли и шламов, образующихся в электросталеплавильном, доменном и конвертерном производстве [1,2,3]. Однако в научно-технической литературе отсутствуют данные о технологиях, направленных на утилизацию отходов, образующихся в процессах прямого

восстановления железа. При этом следует отметить, что отходы, образующиеся в процессе прямого восстановления железа имеют ряд преимуществ над отходами основных металлургических производств, а именно, высокое, для отходов, содержание железа и очень низкое содержание или полное отсутствие цветных металлов (Zn, Pb и др.). Исходя из этого можно сказать, что после приведения таких отходов в компактное состояние их можно повторно использовать в качестве шихтовых материалов в основных сталеплавильных агрегатах.

В связи с этим, достаточно актуально провести исследования, направленные на разработку технологии выплавки стали с использованием отходов от производства прямого восстановления железа.

Для обеспечения эффективной утилизации этих отходов, как было сказано выше, необходимо привести их в компактное состояние. Из анализа научно-технической литературы следует, что сегодня существует два наиболее эффективных способа: окомкование и брикетирование. Проведенный патентный поиск показал, что наиболее эффективным способом приведения отходов прямого восстановления железа в компактное состояние является холодное брикетирование. Согласно данным [4], используя в качестве связующего компонента для шихты водный раствор полиуретана можно получить брикеты, обладающие достаточно высокими прочностными характеристиками при сохранении их металлургической ценности. Кроме того, при получении таких брикетов можно использовать различные материалы (кокс, известь и т.д.), повышающие эффективность их использования.

Сегодня одной из наиболее перспективных технологий выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах является технология, согласно которой в шихтовых материалах, помимо стального лома используются металлизированные окатыши, горячебрикетированное железо. Известно, что процесс выплавки стали в дуговых печах является достаточно энергоемким. При этом использование в качестве шихтовых материалов металлизированных окатышей и брикетов еще больше повышает энергоемкость плавки. Таким образом, одним из направлений повышения эффективности электроплавки стали является сокращение времени плавки и, как следствие, повышение производительности дуговых сталеплавильных печей.

Рассмотрим перспективы и эффективность использования брикетов на основе отходов прямого восстановления железа при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах. Согласно данным [5], такие брикеты загружают на подину печи послойно вместе со стальным ломом.

Для оценки влияния количества загружаемых брикетов, на процесс выплавки стали

была разработана методика расчета материального и энергетического баланса плавки. В данной методике было учтено влияние брикетов на процесс шлакообразования. Результаты материального и энергетического балансов плавки приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Материальный баланс плавки

Статьи прихода	0%	5%	10%	15%	20%
	брикетов	брикетов	брикетов	брикетов	брикетов
	т	т	т	т	т
1.Брикеты	0	9,27	18,55	27,83	37,11
2.ГБЖ	15	14,25	13,5	12,75	12
3.Металлолом	29,9	28,4	26,91	25,41	23,92
4.Металлизированные окатыши	140,67	133,63	126,6	119,57	112,53
5.Углерод	6,27	6,3	6,325	6,348	6,372
6.Известь	9,73	9,81	9,89	9,968	10,048
7.Кислород	8,62	8,62	8,62	8,62	8,62
Итого	210,2	210,3	210,4	210,51	210,61
Статьи расхода	т	т	т	т	т
1.Сталь	154	151,34	148,67	146,01	143,35
2.Шлак	35,98	38,62	41,269	43,91	46,554
3.Отходящие газы	16,6	16,66	16,72	16,77	16,83
4.Угар завалки	3,292	3,5	3,7	3,91	4,11
Итого	209,88	210,12	210,368	210,61	210,85

Таблица 2 – Энергетический баланс плавки

Статьи прихода	0%	5%	10%	15%	20%
	брикетов	брикетов	брикетов	брикетов	брикетов
	ГДж	ГДж	ГДж	ГДж	ГДж
1. Тепло, вносимое завалкой	2,75	2,76	2,78	2,8	2,81
2. Тепло электрических дуг	327,81	328,96	330,1	331,25	332,4
3. Тепло от ТКГ	57,876	57,876	57,876	57,876	57,876
Тепло экзотермических реакций					
4. Si - SiO ₂	1,86	1,766	1,67	1,58	1,487
5. Mn - MnO	0,88	0,837	0,793	0,75	0,7
6. C - CO	34,16	34,33	34,5	34,676	34,85
7. C - CO ₂	45,23	45,47	45,7	45,95	46,18
8. Fe - FeO	16,18	16,25	16,31	16,37	16,43
9. Fe - Fe ₂ O ₃	5,57	5,59	5,61	5,63	5,65
10. Fe - дым	9,92	11,48	13,03	14,59	16,14
Итого	502,263	505,33	508,4	511,478	514,55
Статьи расхода	ГДж	ГДж	ГДж	ГДж	ГДж
1. Теплосодержание стали	216,19	212,46	208,72	204,98	201,24
2. Теплосодержание шлака	84,5	90,7	96,9	103,1	109,31
3. Потери тепла с H ₂ O _{охл}	39,54	39,54	39,54	39,54	39,54
4. Тепло, уносимое Fe ₂ O ₃	6,8	7,23	7,66	8,09	8,51
5. Электрические потери	17,86	17,86	17,86	17,86	17,86
6. Потери через футеровку	40,18	40,42	40,67	40,92	41,16

7. Потери с дымовыми газами	85,38	85,9	86,43	86,95	87,47
8. Тепло эндотермических реакций	11,79	11,2	10,61	10,02	9,43
Итого	502,263	505,33	508,4	511,47	514,55

Анализ данных, представленных в таблицах 1 и 2 показывает, что при замене части массы металлошихты брикетами из отходов от производства прямого восстановления железа в количестве 5, 10, 15 и 20 % происходит увеличение количества образующегося шлака и незначительное повышение расхода электроэнергии. Однако следует отметить, что использование данных брикетов позволит сократить длительность плавки, тем самым снизить удельный расход электроэнергии.

Таким образом, использование брикетов из отходов производства прямого восстановления железа является перспективным, однако следует провести дополнительные исследования по оценке эффективности их использования.

Список литературы

1. Казюта, В.И. Утилизация пыли металлургических производств и отработанных фильтрованных материалов / В.И. Казюта // Сталь.-2014.-№9.-С. 95-102.
2. Баркан, М.Ш., Кабанов Е.И. Перспективы утилизации отходов горно-металлургических предприятий при добыче и переработке железорудного сырья / Материалы межвузовской интернет-конференции "Экологические проблемы минерально-сырьевого комплекса". - СПб.: СПГИ (ТУ), 2011 г.
3. Борисов, В.В., Иванов, С.Я., Фукс, А.Ю. Промышленные испытания технологии рециклинга металлургических железозинксодержащих шламов / В.В. Борисов, С.Я. Иванов, А.Ю. Фукс // Металлург.-2014.-№1.-С. 30-36.
4. Пат. 2412258 РФ, МПК С22В 1/242 С22В 7/00 Брикет для металлургического производства / Тимофеева А.С., Чичварин А.В., Крахт Л.Н. и др.; №2009125872/02. Заявлено 06.07.2009. Оpubл. 20.02.2011.
5. Пат. 2573847 РФ, МПК С21С 5/52 Способ выплавки стали в электрических печах / Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Кожухов А.А., Киселева Н.А. и др.; №2009125872/02. Заявлено 06.07.2009. Оpubл. 20.02.2011.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПОДУ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО ВИДА ПОКРЫТИЙ

Кожухов А.А., Скляр В.А., Черменев Е.А., Кочергина И.Н.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
koshuhov@yandex.ru*

***Аннотация.** Рассмотрены вопросы образования настывлей на поду нагревательных печей в процессе нагрева металла под прокатку. Проведены исследования по изучению влияния различных видов покрытий на процессы спекания окалины в настывли и ее взаимодействия с футеровкой пода печи. Подобрано покрытие позволяющее снизить спекаемость окалины и предотвращающее образование настывлей на подине нагревательной печи.*

***Ключевые слова:** нагревательная печь, огнеупор, подина, покрытие, спекаемость, окалина.*

RESEARCH OF EFFICIENCY OF PREVENTION OF DEPOSITS ON SWEAT OF THE HEATING FURNACE BY MEANS OF APPLICATION OF VARIOUS TYPE OF COVERINGS

Kozhukhov A.A., Sklyar V.A., Chermenev E.A., Kochergina I.N.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** Questions of formation of sows on sweat of heating furnaces in the course of heating of metal under rolling are considered. Researches on studying of influence of different types of coverings on processes of agglomeration of scale in sows and its interactions with lining under furnaces are conducted. The covering the formation of sows allowing to reduce caking of scale and preventing on the podena of the heating furnace is picked up.*

***Keywords:** heating furnace, refractory material, hearth furnace, covering, sintering, scale.*

В процессе нагрева металла под прокатку в нагревательных печах происходит интенсивное окисление его поверхности с образованием слоя окалины, которая активно взаимодействует с футеровкой подины образуя на ее поверхности настывли. Образующиеся настывли с одной стороны мешают передвижению заготовок через печь, с

другой могут травмировать их поверхность.

Анализ научно-технической литературы показывает, что основным видом борьбы с отложениями окалины в настывли является выбор рационального материала футеровки пода нагревательных печей. Огнеупоры в порядке убывания окалиноустойчивости расположены следующим образом: дунитовые, хромомагнетитовые, хромитовые, корундовые, высокоглиноземистые [1].

Однако, подбор материалов для футеровки пода печи является довольно сложной задачей, требующей достаточно больших средств и времени, поскольку период испытания материалов в промышленных условиях должен составлять от нескольких месяцев до нескольких лет, и не гарантирует полного решения вышеописанных проблем.

Одним из способов решения данной проблемы также является нанесение покрытия на поверхность огнеупорной футеровки для уменьшения спекаемости окалины и ее контакта с подом. В связи с этим, были проведены исследования по изучению влияния различных видов покрытий на процессы спекания окалины в настывли и ее взаимодействия с футеровкой пода печи.

Для изучения особенности процесса спекания окалины с другими материалами, изготавливались цилиндрические образцы из окалины с добавлением наполнителя в количестве 5% по весу. В качестве наполнителя использовался плавиковый шпат, алюминиевый порошок, гашеная известь, бентонит и их комбинация. Исследования проводились с целью изучить влияние введения дополнительных материалов на прочность спекания окалины в горячем состоянии.

Изготовление образцов происходило в следующей последовательности: окалина массой 18 гр смешивалась с дополнительным материалом массой 2 гр., после чего помещалась в контейнер, сверху устанавливался шток, к которому прикладывалось давление 3000 кгс на прессе для уплотнения окалины, после чего дно убиралось, и образец выдавливался из контейнера. Извлеченный образец помещался в печь с температурой 1100 °С где нагревался и выдерживался также в течении двух часов. Нагрузку, которую выдерживает образец до разрушения приведена на рисунке 1.

Из приведенного рисунка видно, что введение в окалину бентонита повышает прочность спеченного образца по сравнению с образцом из чистой окалины, добавка остальных материалов – снижает. Максимальное снижение прочности замечено при введении алюминиевого порошка и гашеной извести.

На основании полученных данных было решено изучить эффективность влияния гашеной извести в качестве покрытия на процессы спекания печной окалины с футеровкой печи. Для изучения условий спекания были использованы легковесные

огнеупоры, а также четыре металлических образца - куба, которые моделировали стальную заготовку в нагревательной печи. На каждый из огнеупоров устанавливалось по два стальных куба.

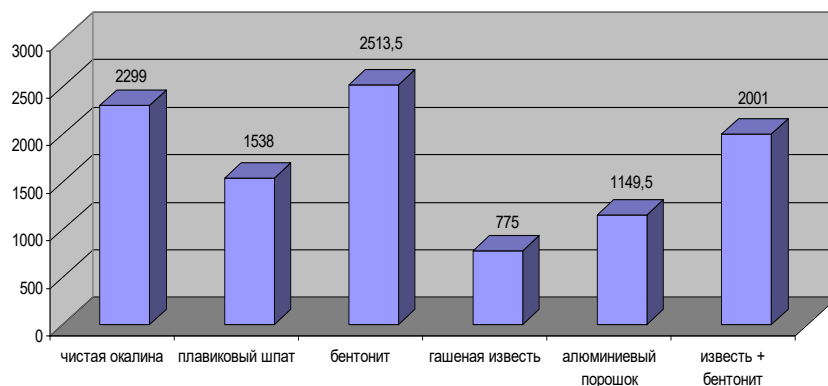


Рисунок 1 – Прочность образцов с различным наполнителем (кгс)

В первом случае материал наносился на поверхность огнеупора, а именно часть поверхности огнеупора присыпалась порошкообразной известью, вторая часть присыпалась порошком извести и порошком окалины сверху. Во втором случае материал наносился уже на саму заготовку, причем на одну заготовку наносилась известь, а на вторую плавиковый шпат, в данном случае на поверхность огнеупора ничего не наносилось, измельченная окалина не подсыпалась. Огнеупоры с установленными на них образцами помещались в печь, где нагревались до температуры 1100°C и выдерживались в течении 2 часов, после чего образцы остывали с печью до комнатной температуры.

Состояние поверхности огнеупоров после их разъединения приведено на рисунке 2.



Рисунок 2 – Состояние поверхности огнеупоров

Анализ состояния поверхности огнеупоров и поверхности металлических заготовок показал, что нанесение порошка извести на поверхность огнеупора привело к исключению взаимодействия окалины заготовки с поверхностью огнеупора, при этом происходило налипание извести на поверхность металлической заготовки. В случае наличия поверхностного слоя порошка извести, слоя измельченной окалины наблюдалось небольшое количество окалины, приставшей к огнеупору, основная же часть окалины оставалась на стальном кубе.

Нанесение извести на поверхность металлической заготовки привело к недостаточной защите поверхности огнеупора от окалины, в данном случае окалина проникла через покрытие и активно внедрилась в углубления поверхности огнеупора, при этом покрытие осыпалось с поверхности огнеупора. При использовании в качестве покрытия металла плавикового шпата наблюдалось только небольшое количество частичек окалины, прилипшей к поверхности огнеупора, само покрытие большей частью сохранилось на поверхности огнеупора. Таким образом, наилучший результат дало нанесение на поверхность огнеупора порошка извести.

Для более детального изучения поведения известкового покрытия в условиях "шагания" заготовок был проведен эксперимент, включающий два варианта нанесения покрытия:

- нанесение известкового покрытия на железный куб (имитирующий заготовку);
- нанесение известкового покрытия на поверхность огнеупорного материала.

Огнеупоры с установленными на них образцами помещались в печь, где нагревались до температуры до 1100°C. Начиная с температуры 700°C и до достижения температуры 1100°C железный куб поднимался с поверхности огнеупора с периодичностью каждые 120 сек. Начиная с температуры 1060°C известковое покрытие нанесенное на поверхность заготовки начало прилипать к поверхности огнеупора и интенсивно разрушаться, аналогичный эффект но в меньшей мере наблюдался и на покрытии, нанесенном на поверхность огнеупора, однако оно было более стойким.

Вторая серия экспериментов также подразумевала нанесение покрытия в одном случае на заготовку, а во втором на поверхность огнеупора.

Огнеупоры с установленными на них образцами помещались в печь, где нагревались до температуры 950°C, после чего нагрев продолжался до 1100°C. Далее приподнимая металлический образец, на место контакта заготовки с огнеупором насыпали слой окалины, после чего ставили образец обратно. Операцию подсыпки повторяли 3 раза с промежутком 10 минут. Далее провели выдержку образцов в течении 30 минут. В

течении эксперимента контролировалось состояние поверхности образцов. Следует отметить, что окалина интенсивно прилипла к поверхности обоих образцов, т.е. наблюдалось разрушение поверхности известкового покрытия.

После охлаждения и снятия образцов с поверхности огнеупора наблюдался разный характер спекания окалины. В случае нанесения слоя извести на поверхность образца, практически вся она осыпалась под механическим действием окалины и частично прилипла к поверхности куба. Однако осыпавшаяся известь не позволила частицам окалины прочно спечься между собой, структура насыпанной окалины рыхлая и легко удаляется с образца, но в то же время на поверхности огнеупора замечено проникание частиц окалины в поры поверхности огнеупора. Частицы же извести все равно остаются на поверхности куба (Рисунок 3б). В случае нанесения покрытия на поверхность огнеупора оно разрушается менее интенсивно, а следы окалины на огнеупоре отсутствуют (Рисунок 3а). В то же время сами частицы окалины в этом случае больше подвержены спеканию между собой.



а)



б)

Рисунок 3 – Поверхность огнеупора: а) с подсыпкой извести на огнеупор, б) с покрытием на металлическом образце

Таким образом в случае нанесения покрытия на поверхность заготовки оно будет интенсивно разрушаться (однако не в полной мере) и осыпавшаяся известь будет уменьшать прочность спеков окалины. Однако взаимодействие окалины с футеровкой может иметь место. В случае нанесения известкового покрытия на поверхность огнеупора оно дольше сохраняет свою прочность, препятствует спеканию окалины с огнеупором, но не уменьшает прочность самих спеков окалины в случае спекания частиц окалины между собой.

Список литературы

1. Аксельрод Л.М. и др.; Под ред. И.Д. Кащеева, Е.Е. Грищенко. Служба огнеупоров: Справ, изд. / Л.М. Аксельрод— М.: Интермет Инжиниринг, 2002. - 656 с.

РАССМОТРЕНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССОВ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ОКАТЫШЕЙ

Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н., Попов Д.С.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

АО «Оскольский электрометаллургический комбинат», Россия, г. Старый Оскол

klncayka@mail.ru, +7(915)5692604

velemenchyk.sn@mail.ru

donskou1992@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы кинетики десульфурации окатышей.

Ключевые слова: десульфурация, окатыши, сера, оксид, известь.

TO EXAMINE THE KINETICS OF THE PROCESSES OF DESULFURIZATION PELLETS

Korol'kova, L.N., Velemeny, S.N., Popov D.S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

JSC "Oskol electrometallurgical plant", Russia, Stary Oskol

Abstract. The article consider questions of the kinetics of desulphurization of iron ore pellets.

Keywords: desulphurization, pellets, sulfur, oxide, lime.

В последние годы прослеживается тенденция по увеличению содержания серы в железорудных концентратах. Рост содержания серы приводит к увеличению ее концентрации в окатышах. Поэтому важным является рассмотрение вопросов по снижению серы в окисленном продукте.

Процесс десульфурации окатышей при их обжиге является довольно сложным [1]. С увеличением содержания серы в концентрате уменьшается степень их десульфурации, что снижает их степень окисленности. Замедление окисления окатышей с ростом содержания серы связано с тем, что в окатышах образуются низкотемпературные расплавы, закрывающие поры и затрудняющие проникновение в них кислорода и удаление серы. Выделяющийся при окислении сульфидов, расположенных в глубине окатыша, сернистый газ, проходя через окисленные зоны, может восстанавливать гематит, окисляясь при этом до SO_3 . Это приводит к снижению степени окисленности окатышей, в шихте которых содержится повышенное количество сернистых соединений.

Уменьшение окисленности сопровождается снижением прочности окатышей, т. к. при этом возникает структурная неоднородность. При повышенном содержании серы в

концентрате эта неоднородность получает ещё большее развитие, т.к. увеличение содержания расплава сопровождается дополнительной усадкой ядра окатыша.

В литературе приводятся данные о том, что в неофлюсованных окатышах сера удаляется за счёт термической диссоциации сульфидов железа при 500-800 °С и последующих при более высоких температурах [1, 2]. При получении неофлюсованных окатышей степень удаления серы составляет 95-99 %. Окислительная атмосфера обжига обеспечивает высокую степень окисления серы, переводя её в газовую фазу в виде SO₂ и удаления из шихты.

Введение в окатыши известняка при их офлюсовании ухудшает условия десульфурации, т.к. выделяющийся при окислении сульфидов железа сернистый ангидрид взаимодействует с известняком и известью с образованием труднорастворимых сульфатов [3]. Диссоциация чистого сульфата кальция начинается при температуре выше 1200 °С, однако скорость процесса невелика. Степень разложения сульфата кальция за 20 минут при температуре 1300 °С составляет 25 %. Оксиды железа и кремния снижают активность извести, что способствует разложению сульфата кальция при высоких температурах.

Основным источником серы в слое являются окатыши нижних горизонтов и постели. Увеличение основности окатышей затормаживает процесс десульфурации [3]. Например, изменение основности с 0,5 до 0,8 при неизменных условиях обжига увеличивает степень накопления серы в окатышах постели с 22-25 % до 45-50 %, снижает степень десульфурации окатышей нижних горизонтов слоя с 68-78 % до 45-50 %, а в целом по слою обжигаемых окатышей с 75-78 % до 57-68 %. С увеличением основности окатышей удаление серы из них ухудшается, что связано с увеличением известняка, вводимого в шихту. Ввод известняка способствует интенсификации образования сульфатов кальция, увеличению количества и более раннему образованию расплавов, блокирующих рудные зерна и заплывающих поверхности пор и поровые каналы. При этом для обеспечения одинаковой степени десульфурации с увеличением основности окатышей требуется повысить прогрев слоя, т.е. максимальную температуру обжига и длительность выдержки при ней.

В литературе широко освещены вопросы механизма и кинетики удаления серы при обжиге окатышей различной основности; влияния основности на процессы десульфурации, упрочнения и металлургические свойства окатышей; формирование структуры окатышей различной основности при их нагреве; рекомендуются оптимальные режимы термообработки окатышей различной основности на обжиговых конвейерных машинах. Присутствие в составе окатышей извести осложняет процесс десульфурации

вследствие взаимодействия сернистого ангидрида с известняком (CaCO_3) и продуктом его термического разложения известью (CaO).

Согласно данным [3] при температурах ниже $1100\text{ }^\circ\text{C}$ образующийся при окислении пирротина сернистый газ практически полностью поглощается карбонатом кальция с образованием сульфата кальция. При температурах выше $1150\text{-}1250\text{ }^\circ\text{C}$ имеет место удаление серы из офлюсованных окатышей, за счёт разложения сульфата кальция, но при этом скорость десульфурации значительно ниже, чем в случае неофлюсованных окатышей. Установлено, что соединение серы с флюсом происходит только через газовую фазу [4].

Реакция окисления пирротина интенсивно протекает начиная с $500\text{ }^\circ\text{C}$. Образующийся сернистый ангидрид при температурах до $900\text{-}1000\text{ }^\circ\text{C}$ преимущественно взаимодействует с известняком, т.к. количество извести при этих температурах сравнительно невелико. При более высоких температурах сернистый ангидрид взаимодействует, главным образом, с известью.

Сульфаты кальция являются устойчивыми соединениями и разлагаются при нагреве до $1600\text{-}1700\text{ }^\circ\text{C}$. В то же время, в присутствии оксидов железа (Fe_2O_3 , Fe_3O_4) и кремния (SiO_2) разложение сульфатов при обжиге окатышей наблюдается при $1200\text{-}1300\text{ }^\circ\text{C}$ и выше. Это объясняется образованием ферритов и оловинов кальция в результате реакций замещения и повышения давления диссоциации сульфата в присутствии указанных оксидов. Наиболее интенсивно сульфат кальция образуется в интервале температур $700\text{-}900\text{ }^\circ\text{C}$ [3]. При медленном нагреве до $1000\text{-}1100\text{ }^\circ\text{C}$ практически вся сера остаётся в окатышах в результате сульфатизации.

По данным [5] в присутствии извести сера из газовой фазы активно поглощается шихтой. При низких температурах ($600\text{-}900\text{ }^\circ\text{C}$) известь (CaO) более активно взаимодействует с SO_2 и SO_3 соответственно, чем известняк, однако с повышением температуры обжига окатышей активность поглощения серы известняком увеличивается и при температурах $1000\text{ }^\circ\text{C}$ и выше отличается от аналогичного процесса для извести, но при таких температурах известняка уже практически не существует. В интервале температур $750\text{-}1100\text{ }^\circ\text{C}$ выделение серы из окатышей практически не происходит, т.к. она поглощается образующейся известью.

Небольшое количество серы может выделиться только в результате взаимодействия сульфата кальция с гематитом. Эта реакция протекает в первую очередь на поверхности окатыша, омываемой горячими газами. Удаление сульфатной серы протекает на высокотемпературной стадии обжига окатышей ($1000\text{-}1300\text{ }^\circ\text{C}$) и сопровождается поглощением значительного количества тепла. По данным [2] при 1100-

1300 °С в отсутствие оксидов железа, кремния и алюминия CaSO₄ не разлагается совсем, но при избытке Fe₂O₃ и хорошем с ним контакте сульфат кальция образует ферриты кальция при температуре 1200-1250 °С, что способствует интенсивному удалению серы. Термическое разложение дисперсионного CaSO₄ в области существования твёрдого реагента (до 1400 °С) с заметной скоростью начинается при температуре выше 945 °С, однако даже при температуре выше 1200 °С степень разложения не превышает 10 %, а при температуре 1325 °С достигает только 36 % [5]. Наличие в структуре окатышей магнетита вызывает более энергичную диссоциацию CaSO₄, чем при взаимодействии с Fe₂O₃.

Уменьшение парциального давления кислорода в газовой фазе снижает температуру начала разложения CaSO₄, особенно в смеси с оксидами железа. Избыток кислорода и предварительное окисление магнетита до гематита затрудняют десульфурацию при высоких температурах.

В процессе десульфурации офлюсованных окатышей можно выделить три температурные стадии, отличающиеся механизмом процесса:

- в интервале температур 370-600 °С наличие в окатышах известняка не оказывает влияния на процесс десульфурации и последний протекает аналогично нефлюсованным окатышам;

- в интервале температур 600-1200 °С процесс десульфурации окатышей практически прекращается вследствие активного разложения известняка и последующего образования сульфата кальция. При этом степень десульфурации не превышает 10-15 %;

- при температурах более 1200 °С идёт интенсивное развитие процесса десульфурации из-за интенсивного разложения сульфата кальция.

Следовательно, при температурах более 1200 °С кинетика десульфурации офлюсованных окатышей определяется стадией разложения сульфата кальция. Кроме того, определённое значение в этом случае играет вторичный захват выделяющегося при разложении SO₂ свободной известью, количество которой с увеличением основности возрастает.

Задача удаления серы при обжиге офлюсованных окатышей сводится к получению при их нагреве как можно меньшего количества сульфата кальция и к достижению максимальной степени его разложения.

По данным [3] на первом этапе процесса десульфурации в результате окисления сульфида выделяются в газовую фазу молекулы сернистого ангидрида, которые на втором этапе адсорбируются вместе с кислородом на поверхности частиц флюса. В результате образуются промежуточные соединения, где молекулы SO₃ связаны силами химической адсорбции. Эти промежуточные соединения могут переходить в устойчивые сульфаты

либо в результате реакций замещения в ферриты или оловины с выделением сернистого ангидрида.

Известно, что процесс термохимического удаления серы из окатышей существенно зависит от содержания известняка в шихте окатышей, которое определяется основностью окатышей и зависит от содержания кремнезёма в концентрате [6]. С увеличением основности окатышей удаление серы из них ухудшается, что связано с увеличением количества вводимого в шихту известняка. Увеличение количества известняка в шихте способствует интенсификации образования сульфатов кальция, увеличению количества и более раннему образованию расплавов, блокирующих рудные зерна и заплывающих поверхности пор и поровые каналы.

Выводы. Окисление пирита в окатышах начинается при температурах выше 300 °С, а пирротина порядка 400 °С, с образованием сульфата железа в обоих случаях. При температурах выше 600 °С пирит диссоциирует на сернистое железо и серу, которые окисляются с образованием оксидов железа и серы. Нагрев свыше 600 °С замедляет удаление серы, вследствие начала разложения известняка и образования сульфата кальция. При повышении температуры до 900 °С свежеобразованная известь активно поглощает серу и удаление серы из окатышей не происходит. Диссоциация сульфата кальция в окатышах с заметной скоростью начинает протекать при температурах выше 1150 °С, вследствие влияния оксидов кремния и железа, а также пониженного содержания кислорода в зоне обжига, с образованием оксидов железа и серы.

Список литературы

1. Копытин И.А. Производство окатышей различной основности / И.А. Копытин, Ю.И. Борц, И.Ф. Граур. - М: Metallurgy, 1975.
2. Юсфин Ю.С. Обжиг железорудных окатышей / Ю.С. Юсфин, Т.Н. Базилевич. - М: Metallurgy, 1973.
3. Берман, Ю.А. Основные закономерности производства окатышей / Ю.А. Берман. - Челябинск: Metallurgy, 1991.
4. Танутров Н.Н. Кинетика и макромеханизм термического разложения сульфата кальция. В сб. научных трудов АН Каз. ССР / Н.Н. Танутров, Е.А. Смоленская // АН Каз. ССР. - 1979. - №11.
5. Абзалов В.М. Физико-химические и теплотехнические основы производства железорудных окатышей / В.М. Абзалов, В.А. Горбачев, С.Н. Евстюгин, В.И. Клейн; под ред. Леонтьева Л.И. - Екатеринбург: УрО РАН, 2012.

6. Брагин В. В. Разработка и реализация рациональной технологии и технологических режимов, обеспечивающих плановое производство качественных окисленных окатышей из концентрата с высоким (более 0,09 %) содержанием серы ЦОиМ / Брагин В.В. - Екатеринбург: НПВП ТОРЕКС, 2013.

**ВЛИЯНИЕ ВЯЗКОСТИ ПОКРЫТИЙ НА ОКАЛИНООБРАЗОВАНИЕ ПРИ
НАГРЕВЕ ЗАГОТОВОК ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ**

Лавриненко К.В., Тимофеева А.С., Жиденко А.И.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
kirilllavrinenko@hotmail.com*

***Аннотация.** В данной статье рассматривается влияние вязкости покрытий на
окалинообразование и методы ее определения. Автором была определена вязкость двух
защитных покрытия, а так же рассмотрена зависимость окалинообразования от
вязкости покрытия.*

***Ключевые слова:** вязкость, защитное покрытие, окалинообразование.*

**THE EFFECT OF VISCOSITY COATINGS ON SCALING DURING HEATING
BEFORE ROLLING BILLETS**

Lavrinenko K.V., Timofeeva A.S, Zhidenko A.I.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** In this paper, the influence of the viscosity of coatings on scale formation and
methods for its determination is considered. The author determined the viscosity of the two
protective coatings, as well as the dependence of scale formation on the viscosity of the coating.*

***Keywords:** viscosity, protective covering, scale formation.*

Основным видом брака при нагреве металла является окалина, т.к. она приводит к безвозвратным потерям металла и кроме того, попадая в листовую поверхность, она способствует образованию дефектов на поверхности заготовки, ухудшает её качество в целом, при этом увеличивая трудозатраты на зачистку. Стоит еще отметить, что неудаленная с поверхности окалина обладает высокой твердостью, а это уже оказывает влияние на скорость изнашивания валков [1]. Наиболее простым способом в применении является использование высокотемпературных защитных покрытий, которые перед нагревом наносятся непосредственно на металлические заготовки или изделия в виде защитных обмазок [2]. Метод применения защитных покрытий можно назвать наиболее эффективным, т.к. в первую очередь он не требует реконструкции печи. Покрытия можно наносить любым удобным для каждой конкретно взятой детали или партии деталей способом: напылением, окунанием в смесь, поливом, или же в ручную при помощи кисти.

Покрyтия наносятся на изделие легко, равномерно, хорошо закрывая поры, не изменяют свойств металла, удобно работать даже с мелкими деталями. Теплозащитные свойства покрyтия уменьшают скорость нагрева, само покрyтие является кратковременным: после нагрева оно удаляется. А после применения данной технологии не остаются какие-либо химически агрессивные отходы, требующие специальной нейтрализации. Было выяснено, что важнейшим показателем качества защитного покрyтия является вязкость, т.к. от нахождения её оптимальной величины зависят в первую очередь теплозащитные свойства покрyтия. Уровень вязкости будет определять то, как хорошо покрyтие взаимодействует с металлом. От этого зависит, будет ли стекать защитное покрyтие с поверхности металла, т.к. это влияет на изменение толщины защитного слоя во время всего процесса нагрева, и на возможность взаимодействия металла с кислородом. Так же, стоит отметить, что высокая степень вязкости влияет на скорость нагрева, изменяя его.

Исследование влияния вязкости на угар металла было проведено на кафедре металлургии и металловедения с помощью вискозиметра RADEX S-092 (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Вискозиметр RADEX S-092-определение времени истечения покрyтия

Принцип действия вискозиметра основан на определении времени истечения в секундах определенного объема испытуемой суспензии через отверстие сопла.

Всего на окалинообразование было исследовано 2 покрyтия :

- 1) на основе глины, соды, периклаза , обожженного песка и жидкого мыла,
- 2) на основе глины, активированного угля ,соды ,графита, брусита и жидкого мыла.

Сначала было определено самое минимальное количество воды, которое можно

было бы добавить в покрытие, при котором суспензия могла бы свободно проходить через сопло, не забивая его. Потом было определено самое максимальное количество воды, которое можно было бы добавить в суспензию, и которое бы не вызывало в дальнейшем трудностей для нанесения этого покрытия на заготовку. Последним бралось среднее количество воды между самым минимальным и самым максимальным. Метод определения заключается в том, что на стол ставится сосуд, куда будет стекать испытуемая суспензия. Отверстие сопла закрывается, испытуемый материал наливают в резервуар до краев.

После всех замеров для начала определяется градус Энглера:

$$^{\circ}E = \frac{\tau_{ж}}{\tau_{в}} \quad (1)$$

где $\tau_{ж}$ – время истечения испытуемой суспензии, сек; $\tau_{в}$ – время истечения дистиллированной воды, сек. Затем градусы Энглера переводятся в единицы кинематической вязкости:

$$\nu = 0,073 \cdot ^{\circ}E - \frac{0,063}{0} \cdot 10^{-4} \quad (2)$$

После рассчитывается плотность исследуемой среды:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

где m – масса вещества, кг; V – объем вещества, m^3 .

Коэффициент динамической вязкости определяется по формуле:

$$\mu = \nu \cdot \rho \quad (4)$$

где ν – кинематическая вязкость, m^2/c ; ρ – плотность исследуемой среды, kg/m^3 .

Определение угара было проведено в лабораторных условиях в печи SNOL 7,2/1100 и SNOL7,2/1300. Для экспериментов брали образцы из углеродистой стали, которые выполнены в виде цилиндров и делились на 7 партий по три образца.

Затем определяются площади поверхности по формуле:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot (h + r) \quad (5)$$

где r – радиус, h – высота.

В каждой партии 1 образец без покрытия и 3 образца с покрытием. Затем образцы помещаются в печь SNOL 7,2/1300.

Через каждые 45 минут по 4 образца извлекаются из печи.

Таким образом, первые 7 образцов находятся в течение 45 минут в печи под воздействием температуры 950 °С, следующие 7 образцов находятся в печи в течение 45 минут при температуре 1100 °С, последние 7 образцов 45 минут при температуре 1200 °С. При полном охлаждении образцов с них снимается окалина и образец вновь взвешивается. Окалина находится по разности массы образца после нагрева сразу и после очистки от

окалины.

Далее производится расчёт по определению количества полученной окалины. Для этого используется формула для определения окалинообразования металла:

$$\Delta m = m_2 - m_1 \quad (6)$$

где Δm – угар металла;

m_1 – масса образца перед нагревом;

m_2 – масса образца после нагрева.

При проведении экспериментов угар металла от вязкости покрытия были получены результаты окалинообразования при температурах 950 °С, 1100 °С, 1200 °С всех образцов с покрытием и образца без покрытия. По этим данным построены гистограммы, указанные на рисунках 2,3 и 4.



Коэффициент кинематической вязкости (здесь и далее):

1= $4,921 \cdot 10^{-5}$; 2= $3,87 \cdot 10^{-5}$; 3= $3,201 \cdot 10^{-5}$ – 1 покрытие

4= $1,216 \cdot 10^{-4}$; 5= $9,511 \cdot 10^{-5}$; 6= $6,744 \cdot 10^{-5}$ – 2 покрытие

Рисунок 2 – Зависимость окалинообразования для образцов без покрытия и с покрытием



Рисунок 3 – Зависимость окалинообразования для образцов без покрытия и с покрытием

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что лучшие показатели были у покрытий с наименьшим количеством воды (первое покрытие на основе глины, соды, периклаза, обожженного песка, жидкого мыла и с 15 % воды и второе покрытие на основе глины, активированного угля, соды, графита, брусита, жидкого мыла и 30 % воды).

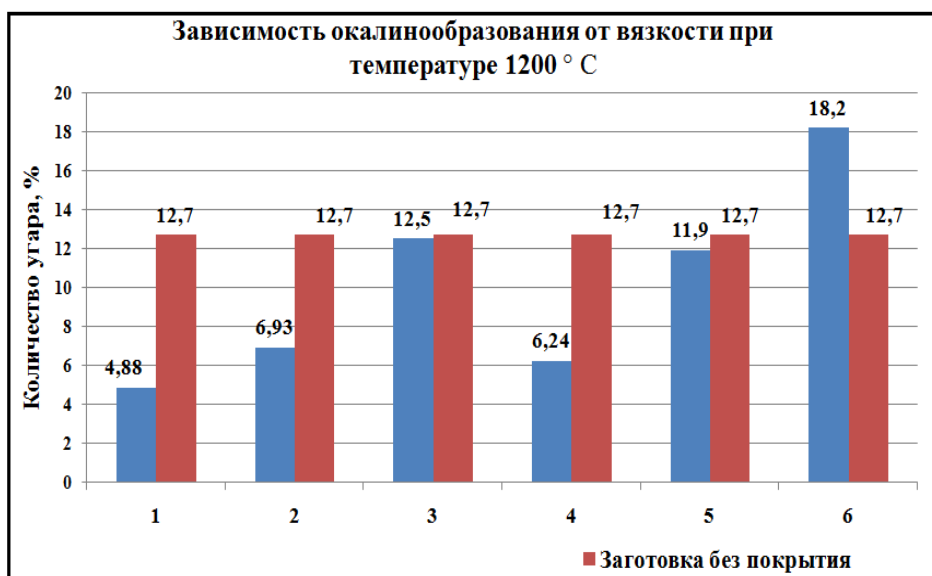


Рисунок 4 – Зависимость окалинообразования для образцов без покрытия и с покрытием

Это связано с тем, что уровень вязкости зависит в первую очередь от количества воды в суспензии, чем её больше – тем меньше вязкость. Это в свою очередь влияет на толщину покрытия, т.к. с увеличением %-го содержания воды она уменьшается, а значит повышает шанс взаимодействия заготовки с кислородом. Делать покрытие с большой вязкостью оно очень плохо распределяется по поверхности заготовки.

Список литературы

1. Темлянец, М. В. Окисление и обезуглероживание стали в процессах нагрева под обработку давлением / М. В. Темлянец, Ю. Е. Михайленко. - М.: Теплотехник, 2006. - 200 с.
2. Журавель В.П., Карасик А.О. Исследование высокотемпературных защитных покрытий. Збірник наукових праць ПАТ УКРНДІ Вогнетривів ім. А. С. Бережного, Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт трубной промышленности им. Я. Е . Осады. – 2013. – С.269-273.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НАЧАЛА XXI ВЕКА

Малахова О.И.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
ox_m73@mail.ru*

***Аннотация.** В статье рассмотрены показатели устойчивого развития отечественной чёрной металлургии начала XXI века на примере предприятий с полным металлургическим циклом и с бескоксовой (бездоменной) технологией. Приведена сравнительная оценка уровня воздействия рассмотренных предприятий на окружающую среду, социального взаимодействия, экономической эффективности, потреблению энергии и ресурсов.*

***Ключевые слова:** металлургия, сталь, металлизированные окатыши, устойчивое развитие, экология, энергосбережение, ресурсосбережение, конкурентоспособность.*

ASSESSMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF RUSSIAN METALLURGY IN THE EARLY XXI CENTURY

Malakhova O.I.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The article deals with the indicators of sustainable development of the domestic steel industry of the early XXI century on the example of enterprises with a full metallurgical cycle and non-coke (non-domain) technology. A comparative assessment of the level of impact of the enterprises on the environment, social interaction, economic efficiency, energy consumption and resources.*

***Keywords:** metallurgy, steel, DRI, sustainable development, ecology, energy saving, resource saving, competitiveness.*

Во второй половине прошлого века впервые в официальных документах ООН было впервые использовано понятие устойчивого развития общества. Под устойчивым развитием в настоящее время понимается баланс между экономической эффективностью, состоянием экологии и потреблением энергии и социальным прогрессом. Целью такого гармоничного, сбалансированного развития является обеспечение надлежащего уровня и качества жизни людей в настоящее время и в будущем. Потребность в разработке

политики устойчивого развития была вызвана ухудшением экологии, ускоренным потреблением невозобновляемых ресурсов и другими негативными явлениями вследствие деятельности человека в планетарном масштабе. В настоящее время концепция устойчивого развития принята мировым сообществом и нашла отражение в национальной политике большинства развитых государств.

По данным [1] Всемирной ассоциации производителей стали в 2015 году около 80 металлургических компаний, в том числе и российских, подписали разработанную WSA Хартию устойчивого развития. Этот документ содержит такие принципы устойчивости (sustainability) как эффективная финансовая база, защита окружающей среды, безопасность и здоровье сотрудников, социальная ответственность, этические нормы, взаимодействие и раскрытие информации. В последние годы на официальных сайтах [2, 3] крупных компаний, холдингов и предприятий появилась отдельная рубрика, характеризующая вклад в устойчивое развитие.

Большой прогресс наблюдается в раскрытии информации (по использованию энергии, ресурсов, воздействию на окружающую среду и здоровье персонала). Например, Эколого-энергетическое агентство Интерфакс-ЭРА [4] приводит рейтинги фундаментальной эффективности, энергетической и экологической эффективности бизнеса, обзоры раскрытия, средние значения энерго-ресурсной, технологической и экосистемной эффективности и динамику эффективности с 2007 года. Наличие в открытом доступе необходимой информации от независимого агентства позволяет достоверно оценивать состояние и изменения в устойчивом развитии как по металлургической отрасли в целом, так и по отдельным предприятиям и регионам. Кроме того, появилась возможность оценить устойчивое развитие компаний-производителей стали с традиционной технологией (полным металлургическим циклом) и технологией бездоменной (бескоксовой) металлургии.

В данном исследовании проведён сравнительный анализ отдельных показателей устойчивого развития группы НЛМК и горно-металлургической компании Металлоинвест, предприятия которого находятся в Центрально-чернозёмном экономическом районе. В работе была использована информация с официальных сайтов [2, 3] указанных предприятий, годовые отчёты и экологических брошюры, а рейтинги агентства Интерфакс-Эра [4].

Горно-металлургическая компания Металлоинвест оказывает вклад [2] в следующие цели (принятые Генеральной Ассамблеей ООН в 2015 г.) в области устойчивого развития: повсеместная ликвидация нищеты во всех её формах, обеспечение образования и поощрение обучения, обеспечение рационального использования водных

ресурсов, содействие экономическому росту, обеспечение безопасности и устойчивости городов, борьба с изменением климата, обеспечение здорового образа жизни, обеспечение гендерного равенства, обеспечение доступа к устойчивым источникам энергии, обеспечение устойчивой индустриализации и содействие инновациям, переход к рациональным моделям потребления и производства, содействие построению миролюбивого, открытого и правового общества. Приведена информация по конкретным мероприятиям к каждой из указанных целей устойчивого развития, а также разработана стратегия с указанием отдельных аспектов, используемых для управления, по соответствующим направлениям.

Группа НЛМК выделяет такие приоритеты [3] в сфере устойчивого развития как: повышение операционной эффективности, означающее, в том числе, снижение потребления отдельных видов ресурсов за счет внедрения передовых технологий и глубокой переработки отходов; энергоэффективность (достигнуты значительные результаты при реализации энергетической политики, разработана стратегия на будущее и соответствующие энергоэффективные кейсы), развитие регионов (компания стремится создавать новые возможности внедрения современных механизмов развития территорий и решения наиболее острых социальных проблем), развитие персонала, охрана труда и промышленная безопасность, минимизация воздействия на окружающую среду (компания – один из лидеров по внедрению современных технологий охраны природы в чёрной металлургии).

В таблице 1 приведено положение в рейтингах предприятий чёрной металлургии по данным Интерфакс-Эра 2017 год [4].

В таблице 2 приведены значения [4] отдельных компонентов оценки эффективности.

Таблица 1 – Положение (место) в рейтингах* предприятий отрасли

Компания/ группа	Энерго- ресурсная эффективность	Технологическая эффективность	Экосистемная эффективность	Динамика эффективности	Раскрытие показателей
Металлоинвест	287	135	282	98	8
НЛМК	276	119	259	11	42
Разница, позиций	11	16	23	87	34

*Из 324 предприятий отрасли

Таблица 2 – Компоненты оценки фундаментальной эффективности**

Компания/ группа	Энерго- ресурсная эффективность	Технологическая эффективность	Экосистемная эффективность	Динамика эффективности	Прозрачность
Металлоинвест	56,1	111,7	17,5	+0.16% в год	90.5%
НЛМК	61,0	115,7	24,7	+3.56% в год	61.7%

** Среднее значение по экономике 100

Из анализа приведённых данных следует, что положение обеих рассматриваемых компания по экономике страны в целом приблизительно равно. Существенная разница наблюдается в раскрытии информации. Большое отклонение наблюдается в рейтинге по отрасли (чёрная металлургия).Metalloinvest в лидерах рейтинга по раскрытию информации, НЛМК – по динамике эффективности. Обе компании находятся во второй половине ранжированного списка по энерго-ресурсной и экосистемной эффективности и в первой половине – по технологической эффективности.

Специально для металлургов WSA предложила более широкий перечень индикаторов устойчивого развития [1], куда входят, например, исследования, качество воды и воздуха, образование, инвестиции, взаимосвязи, утилизации и другие из 15 показателей. Большая часть производителей стали передают WSA первичные данные для определения индикаторов устойчивого развития. Однако, в данный момент невозможно получить информацию по всем интересующим компаниям. В последние годы ассоциация [1] уделяет особое внимание следующим вопросам: сталь как инициатор и партнёр для других производств в устойчивом обществе; социальная ответственность металлургов и оперативное реагирование на вызовы современности. Некоторые первичные данные для оценки устойчивого развития НЛМК и Metalloinvestа можно получить из годовых обзоров «Черметинформации» [5].

Нами проводится многолетнее [6, 7] наблюдение за показателями энергоэффективности, экологического воздействия и технико-экономических показателей производства стали на ОЭМК. Это позволяет приближённо количественно оценить изменение (улучшение) устойчивого развития предприятия с бескоксовой технологией. Однако напрямую сопоставить эти данные с результатами деятельности предприятия с полным металлургическим циклом (НЛМК) не представляется возможным из-за существенной разницы в применяемом оборудовании, используемых сырых материалах и энергоресурсах.

Выводы. Очевидно, что сбор первичных данных по предприятиям российской

чёрной металлургии и определение соответствующих индикаторов позволит получить более точную картину по устойчивому развитию отрасли в целом и по отдельным компаниям. Различия в структуре предприятий с полным циклом и с технологией бездоменной металлургии затрудняют сравнительный анализ устойчивого развития. Необходимо совершенствовать методику оценки устойчивого развития предприятий чёрной металлургии.

Список литературы

1. Всемирная ассоциация производителей стали. – Интернет-ресурс: <https://wordsteel.org/sustainability.html>
2. Официальный сайт Металлоинвест - горно-металлургической компании. – Интернет-ресурс: <http://www.metalloinvest.com/sustainability/> точка доступа 01.10.2018
3. Официальный сайт группы НЛМК. – Интернет-ресурс: <https://nlmk.com/ru/responsibility/> точка доступа 01.10.2018.
4. Эколого-энергетическое агентство Интерфакс-ЭРА. – Интернет-ресурс: <https://interfax-era.ru/reitingi/2018> точка доступа 01.10.2018
5. Катунин, В.В. Основные показатели работы чёрной металлургии России в 2015 г./ В.В. Катунин// «Черметинформация. Бюллетень «Чёрная металлургия» - 2016 г. -№3. - С. 3-24.
6. Исследование факторов вспененного шлака на показатели электроплавки металлизированных окатышей в ванне дуговой печи Федина В.В., Малахова О.И., Сазонов А.В. Современные наукоемкие технологии. 2005. № 2. С. 71-72.
7. Теплоэнергетические особенности электроплавки железорудных металлизированных окатышей в дуговой сталеплавильной печи Меркер Э.Э., Малахова О.И., Крахт Л.Н., Казарцев В.О. Сталь. 2017. № 3. С. 22-26.
8. Мифы и реальность производства и потребления железа прямого восстановления в чёрной металлургии// Черметинформация. Новости чёрной металлургии за рубежом. №2. 2017. С.3-15.

**ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПРАВЛЕНИЯ ФОРМЫ
НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ С ДЕФЕКТОМ «РОМБИЧНОСТЬ» В
ОБЖИМНЫХ КЛЕТЯХ СОРТОВОГО СТАНА**

Марчук М.В.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
marimarsii@yandex.ru*

***Аннотация.** Представлены результаты анализа возможностей использования бескалибровой прокатки (БКП) в прокатном производстве, в случае прокатки заготовки с дефектом формы «ромбичность». Показано, что требуются дополнительные исследования, особенно в плоскости анализа схем взаимодействия полосы с дефектом «ромбичность» со стенками калибра и силовых условий прокатки такой заготовки в обжимной клетке непрерывного стана.*

***Ключевые слова:** непрерывнолитая заготовка, ромбичность, деформация, калибровка, прокатный стан.*

**EVALUATION OF THE TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF CORRECTION
FORM OF BILLETS WITH DEFECT "ROMBOIDITY" ROUGHING MILL OF
SECTION MILL**

Marchuk M.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The paper presents the results of the analysis of the possibilities of the use of non-caliber rolling in the rolling industry, in the case of rolling the billet with a defect in the form of "romboidity". It is shown that additional studies are required, especially in the plane of analysis of the interaction schemes of the stripe with the defect "romboidity" with the walls of the caliber and the force conditions of rolling such a billet in the crimp stand of a continuous mill.*

***Keywords:** continuously cast billet, romboidity, deformation, calibration, rolling mill.*

Технология получения прямоугольной сортовой заготовки в гладких валках или частично ее элементы, называемая также бескалибровой прокаткой (БКП), заключается в том, что прокатываемая полоса обжимается последовательно гладкими горизонтальными и вертикальными валками или только горизонтальными валками с кантовкой раскатов на

90 градусов после каждого прохода или через один проход во всех клетях стана кроме чистовых, имеющих калибры, соответствующие по форме и размерам готовому прокату [1-4]. Окончательное формирование профиля необходимого поперечного сечения производится в последующих полустовых и чистовых проходах прокаткой в калибрах.

Однако как показала практика, в случае прокатки по такой технологической схеме непрерывнолитой заготовки с дефектом формы «ромбичность» возникают значительные трудности.

Сохранение устойчивости полосы при прокатке зависит от влияния многих факторов, которые условно можно подразделить на две группы.

К первой группе можно отнести:

- исходную ромбичность подката;
- неравномерность свойств по сечению и длине полосы;
- исходную разнотолщинность и разноширинность подката;
- неточную настройку клетки;

Ко второй:

- отношение толщины подката H к его ширине B (H/B);
- отношение диаметра валков D к толщине подката $H(D/H)$;
- кривизну контактной поверхности подката;
- величину обжатия (единичного и суммарного) (ϵ);
- конструкцию и настройку валковой арматуры;
- параметры контактной поверхности валков – полосы.

В ранних работах [5] основную роль потере устойчивости раската отводили исходной «ромбичности» заготовки. В более поздних работах [6-8] выведены количественные зависимости влияния этих факторов. Кроме того установлено, что исходное качество заготовки, изготовленной в соответствии с нормативными требованиями [5], позволяет производить прокатку в гладких валках качественной продукции не менее чем в пяти проходах подряд. Это обстоятельство привело к тому, что на некоторых сортовых станах в обжимной группе клетей используется элемент бескалибровой прокатки. К таким станам относится и среднесортный стан 350 ОАО ОЭМК.

В большинстве исследований показателем устойчивости полосы при прокатке в гладких валках является «ромбичность» раскатов (Рисунок 1). Для ее оценки и анализа при различных условиях прокатки рядом авторов предложено несколько показателей.

В работе [9] в качестве показателя «ромбичности» (параллелограмности) полосы выбрана разность диагоналей

$$\Delta = d_{MAX} - d_{MIN} \quad (1)$$

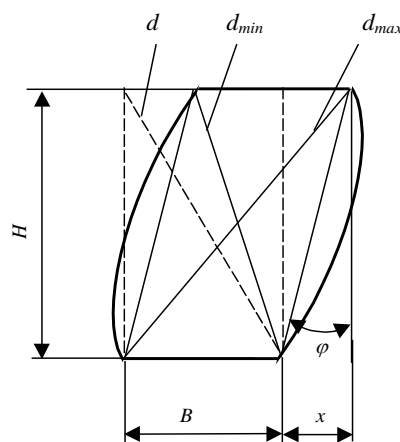


Рисунок 1 – Геометрические параметры поперечного сечения полосы [3]

В работах [6-8] предлагается в качестве показателя «ромбичности» отношение большей диагонали к меньшей:

$$\delta = \frac{d_{MAX}}{d_{MIN}} \quad (2)$$

В работе [9] все основные зависимости приведены, исходя из показателя ромбичности, который назван «максимальная относительная разность диагоналей»:

$$\omega_c = \frac{d_{MAX} - d_{MIN}}{\sqrt{H^2 + B^2}} \quad (3)$$

Однако как показала практика, при прокатке исходной непрерывнолитой заготовки имеющей дефект формы «ромбичность» использование обжимных клетей с гладкими валками невозможно. В этом случае на большинстве станов имеются специальные комплекты валков, на которых нарезана система вытяжных ящичных калибров (Рисунок 2, а). Наличие равномерного обжатия по периметру калибра, а также возникновение дополнительных сил на боковых стенках калибра способствует процессу повышения устойчивости раската в калибре. При этом главенствующая роль отводится таким факторам как степень защемления раската и показатель степени заполнения калибра [10-12].

Анализ литературных данных показал, что в большинстве работ рассмотрены вопросы задачи в валки заготовки, которая имеет правильную геометрическую форму [13-15]. Данные о задаче заготовки с дефектом формы «ромбичность» отсутствуют или носят крайне разрозненный характер. Данное обстоятельство подчеркивает необходимость

проведения дополнительных исследований в этом направлении.

Вывод. Выполненный анализ литературных данных показывает, что, несмотря на использование бескалибровой прокатки (БКП) в прокатном производстве, в случае прокатки заготовки с дефектом формы «ромбичность» возникают проблемы с устойчивостью полосы.

Решение проблемы возможно за счет применения прямоугольных ящичных калибров. Однако в этом случае требуется проведения дополнительных исследований, особенно в плоскости анализа схем взаимодействия полосы с дефектом «ромбичность» со стенками калибра и силовых условий прокатки такой заготовки в обжимной клетке непрерывного стана.

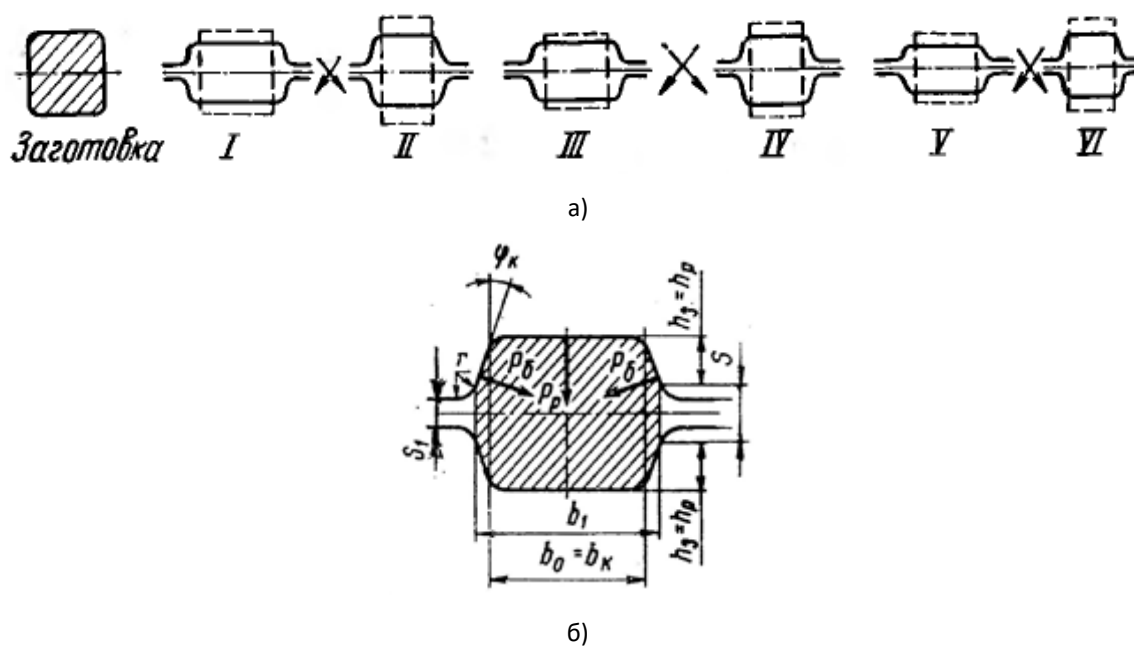


Рисунок 2 – Система прямоугольных (ящичных) калибров (а) и схема дополнительных удерживающих на боковой поверхности калибра (б)

Список литературы

1. Токарев В.А., Марков А.Н. Прокатка в валках без калибров // Черная металлургия: Бюл. ин-та “Черметинформация”. – 1983. – № 18. – С. 11–16.
2. Бескалибровая прокатка сортовых профилей / Кандауров Л.Е., Никифоров Б.А., Морозов А.А. и др. – Магнитогорск. - 1998. – 128 с.
3. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Смирнов А.Н., Пивоваров Р.Е. Совершенствование деформационного режима прокатки сортовых профилей из конструкционных марок стали в условиях непрерывного стана // Производство проката. 2018. № 8. С. 19-25.

4. Смирнов А.Н., Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Вопросы использования непрерывнолитой заготовки для производства сортового проката из конструкционных сталей // Сталь. 2018. № 4. С. 7-12.
5. Головин А.Ф. Прокатка, ч. III, ОНТИ, 1936. – 219 с.
6. Чжан Вэйган, Бай Гуанжунь Устойчивость заготовки при прокатке в валках без калибров. Дулибэй гунсюэюань сюэбао, 1987.-т.8.- №3.-с.285-290.
7. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.
8. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Смирнов О.Е., Белевитин В.А., Пивоваров Р.Е. Исследование поведения дефектов макроструктуры предварительно деформированной в линии МНЛЗ непрерывнолитой сортовой заготовки при прокатке // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 61. № 5. С. 399-406.
9. Прокат стальной горячекатаный квадратный. ГОСТ 2591-95 (СТ СЭВ 3899-95)
10. Клименко В.М., Онищенко А.М. Кинематика и динамика процессов прокатки. - М.:Металлургия , 1982 – 232 с.
11. Смирнов Е.Н., Смирнов А.Н., Скляр В.А., Белевитин В.А., Еронько С.П., Пивоваров Р.Е. Оценка технологической целесообразности снижения температуры начала прокатки в условиях стана с обжимными клетями трио // Сталь. 2018. № 6. С. 21-26.
12. Смирнов Е.Н. Развитие подходов к исследованию на физических моделях механизмов «залечивания» дефектов сплошности осевой зоны НЛЗ / Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр, В.А. Белевитин и др. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, 2016. - Т. 59. - № 5. - С. 322-327.
13. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.
14. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д. Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-

практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.

15. Развитие методологии физического моделирования поведения дефектов НЛЗ в процессе прокатки / Скляр В.А. и др. // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 119-124.

**РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ
«МЯГКОГО» ОБЖАТИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ БЛЮМОВ И ЗАГОТОВОК**

Постникова А.В.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол*

postnikovaa249@gmail.com

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

***Аннотация.** Рассмотрены существующие способы двухстадийного «мягкого» обжатия непрерывнолитых заготовок на стадии неполной кристаллизации и приведены критерии оценки их эффективности. Даны рекомендации по выбору критерия для экспериментального исследования процесса, приведены особенности их применения.*

***Ключевые слова:** «мягкое» обжатие, непрерывнолитая заготовка, эффективность, деформация, кристаллизация.*

**DEVELOPING CRITERIA FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF
METHODS "SOFT" REDUCTION OF CONTINUOUSLY CAST BLOOMS AND
BILLETS**

Postnikova A.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The existing methods of two-stage "soft" reduction of concast billets at the stage of incomplete crystallization are considered and criteria for evaluating their effectiveness are given. Recommendations on the choice of criteria for the experimental study of the process and the peculiarities of their application are given.*

***Keywords:** "soft" reduction, billets, efficiency, deformation, crystallization.*

«Мягкое» обжатие является эффективным способом повышения качества внутренних слоёв непрерывнолитого слитка [1-4]. Однако последние годы классическая схема «мягкого» обжатия подверглась значительному усовершенствованию. Основанием для таких усовершенствований служат результаты исследований, выполненных различными методами [5].

Одним из направлений совершенствования методов «мягкого» обжатия является разделение обжатия на несколько стадий и применение валков и клетей различной конструкции [6], это связано с наличием в заготовке неравномерного температурного поля

[7], что приводит к неравномерному распределению сопротивления деформации [8], и неравномерному течению металла в зоне деформации [9].

Известен способ обжатия непрерывнолитых заготовок (НЛЗ), в правильно-тянущем узле сегментной конструкции, который оснащен 12-ю роликовыми цилиндрическими парами, которые расположены на 6-и сегментах (по две пары роликов на каждом), причем верхние входные ролики имеют привод [10].

Следующим способом является способ двухстадийного деформирования НЛЗ ступенчатыми валками [6]. На первой стадии обжимают центральные участки НЛЗ профилированными валками на ширине, которая равна 80...90% от ширины жидкой фазы со степенью деформации $\varepsilon=0,6...1,2\%$. На второй стадии обжимают раньше недеформированные краевые участки гладкими валками второго ряда с перекрытием по ширине грани НЛЗ на величину, которая равняется не менее половины величины прежде недеформированного центрального участка со степенью деформации $\varepsilon=0,8...1,4\%$ [11].

Третьим способом является способ двухстадийного деформирования НЛЗ в скрещенных цилиндрических валках. На первой стадии обжимают скрещенными в горизонтальной плоскости на угол 2-6° валками первого ряда, а на второй - обжимают цилиндрическими валками второго ряда [12].

Существует способ двухстадийного деформирования НЛЗ в скрещенных ступенчатых валках. На первой стадии обжимают смещенными один относительно второго в горизонтальной плоскости на угол 2-6° валками первого ряда, причем центральные участки на ширине, равной ширине жидкой фазы со степенью деформации 0,6-1,2% и концевые участки со степенью деформации не менее 50% центральных. На второй стадии обжимают ранее частично деформированные концевые участки цилиндрическими валками второго ряда со степенью деформации, которая равна разнице между деформацией центральных и конечных участков на первом этапе [13].

Известен также способ двухстадийного циклического деформирования НЛЗ. На первой стадии НЛЗ последовательно циклически обжимают со степенью относительной деформации $\varepsilon = 0,5-2,5\%$, верхним валком первой клетки (первый сегмент), установленным с эксцентриситетом e на уровне $e/h = - (0,0066-0,025)$, а затем, ликвидируют начальный гребень, высотой h_r – верхним валком второй клетки (первый сегмент), имеющим эксцентриситет противоположного знака на уровне $e/h = + (0,0066-0,025)$, на второй стадии - обжимают образованные окончательные циклические наплывы высотой h_n - валками третьей и четвертой клетки (второй сегмент), однако в этом случае возможно образование дефектов поверхности [14, 15].

Первая стадия способа с непрерывной сдвиговой деформацией осевой зоны состоит в том, что обжатие НЛЗ осуществляют парой конических валков, которые обеспечивают непрерывную сдвиговую деформацию осевой зоны с получением поперечного сечения последнего в виде параллелограмма. На второй стадии обжатие осуществляют парой цилиндрических валков, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях с коническими валками, которые обеспечивают восстановление общей геометрии сечения.

При оценке эффективности процесса «мягкого» обжатия очень важен вопрос выбора критерия эффективности процесса. Критерии подразделяются на две группы: критерии прямой оценки и критерии косвенной оценки [12].

К критериям прямой оценки относятся:

- Эффективность мягкого обжатия, определяемая как отношение степени внутреннего обжатия к суммарному поверхностному обжатию [16].
- Величина коэффициента эффективности процесса деформирования НЛЗ $K_{эф}$, определяемая с использованием выражения:

$$K_{эф} = \frac{\Delta b_{жс} / \Delta h_{ф}}{\Delta V_{деф} / V_{ед}} 100\%$$

где $\Delta b_{жс} / \Delta h_{ф}$ - отношение величины уширения внутренней моделирующей полости $\Delta b_{жс}$ к величине перемещения фронтов кристаллизации $\Delta h_{ф}$;

$\Delta V_{деф}$ - величина смещённого объёма НЛЗ на отрезке единичной длины;

$V_{ед}$ - объём бруса единичной длины [12].

- Уточненный в ходе экспериментальных исследований коэффициент эффективности $K_{эф}$ определяется по следующей формуле:

$$K_{эф} = 100 - \frac{\Delta b_{жс} / \Delta h_{жс}}{\Delta V_{деф} / V_0}$$

Использование критерия позволяет оценить долю деформации, которая проникла в осевые слои НЛЗ. Данное исследование производилось также и с использованием алюминиевых моделей [17].

Критериями косвенной оценки являются следующие:

- По зависимости объема выдавленного в процессе деформирования образца осевой моделирующей составляющей (желеобразное состояние) - V от значения эксцентриситета вала - e и величины обжатия - Δh :

$$V = a + b \cdot e + c / \Delta h,$$

где $a = 5,37$; $b = 2,63$; $c = -6,83$ – регрессионные коэффициенты уравнения

- По величине уменьшения площадей поперечных сечений дефекта с помощью коэффициента закрытия отверстия Ψ :

$$\Psi = \frac{F'_{\text{отв}}}{F^0_{\text{отв}}} \mu$$

где $F^0_{\text{отв}}$ и $F'_{\text{отв}}$ – площадь отверстия до и после суммарного обжатия; μ – коэффициент вытяжки [18].

- Изменение формы включений выражают в виде отношения длин большей и малой осей – коэффициент формы. Эффективность процесса оценивают через «коэффициент вытяжки», определяемый как отношение коэффициента формы включений после обжатия к коэффициенту формы включений до обжатия.

Таким образом, прокатка качественных марок сталей должна производиться из заготовки прошедшей «мягкое» обжатие, в то же время сам процесс постоянно совершенствуется, а для его исследования необходим тщательный выбор критериев оценки эффективности.

Список литературы

1. Smyrnov Y.N., Skliar V.A., Belevitin V.A., Shmyglya R.A., Smyrnov O.Y. Defect healing in the axial zone of continuous-cast billet // Steel in Translation. 2016. Т. 46. № 5. С. 325-328.
2. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.
3. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д. Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.
4. Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н. и др. Высокоэффективные технологические схемы и интеграция -основа повышения качества проката ответственного назначения // Металл и литье Украины. 2002. № 7/8. С. 35-37.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ РАСПЛАВА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ
МНЛЗ ДЛЯ УСЛОВИЙ РАЗЛИВКИ НА ШИРОКОФОРМАТНЫЕ СЛЯБЫ**

Роготовский А.Н., Шипельников А.А., Бобылева Н.А.

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», Россия, г. Липецк

arogotovskij@yandex.ru, lex1366@yandex.ru, bobyleva.n.a@yandex.ru

398055, ул. Московская 30, кафедра металлургических технологий, тел. +7(4742)32-82-62

***Аннотация.** Приведены результаты математического компьютерного моделирования влияния конструкции донной части погружного стакана на движение потоков жидкой стали в кристаллизаторе МНЛЗ при разливке широкоформатных слябов сечением 355x2200 мм.*

***Ключевые слова:** непрерывная разливка стали, моделирование, кристаллизатор, погружной стакан, гидродинамика потоков, расплав, МНЛЗ.*

**MODELLING LIQUID STEEL MOTION IN CONTINUOUS CASTING MACHINE
MOLD DURING LARGE-FORMAT SLAB CASTING**

Rogotovskiy A.N., Shipelnikov A.A., Bobyleva N.A.

Lipetsk State Technical University, Russia, Lipetsk

***Abstract.** Article presents results of mathematical computer-aided modelling of influence of immersion nozzle bottom part construction on liquid steel motion in continuous casting machine mold during large-format slab casting with 355 x 2200 mm cross-section.*

***Keywords:** continuous casting, modeling, mold CCM, SEN, liquid metal flows, melt, CCM.*

Моделирование гидродинамики расплава в кристаллизаторах криволинейных МНЛЗ является важной и актуальной задачей получения высококачественной непрерывнолитой заготовки в условиях современного конверторного цеха. Оптимальная картина течения расплава в кристаллизаторе слябовой МНЛЗ (УНРС) позволяет повысить степень рафинирования стали от неметаллических включений, снизить риск формирования высокотемпературных трещин «корочки» и макроструктуры сляба вдоль узких граней слитка. Задача поиска рациональной конструкции погружного стакана для отливки широкоформатных слябов значительно усложняется ввиду пониженной линейной скорости разливки при сохранении необходимого эффекта перемешивания расплава на «зеркале металла» в кристаллизаторе и получении прочной и бездефектной корочки

заготовки». Научно обоснованный выбор типа конструкции погружного стакана кристаллизатора дает возможность добиться распределения потоков расплава таким образом, чтобы при отсутствии эффекта размывания «корочки» слитка организовать восходящие потоки металла к границе шлакового покрова, формируемого из компонентов гранулированной шлакообразующей смеси (ШОСа), создавая тем самым условия эффективного протекания процесса проплавления компонентов шлакообразующей смеси посредством поддержания высокой температуры расплава под «зеркалом» за счет конвективного теплообмена с восходящими более «горячими» массами жидкой стали [1-4].

Применение CAE-систем позволяет значительно ускорить процесс исследования свойств объекта по его компьютерной 3D-модели в заданных граничных и начальных условиях тепло- и массообмена, делая результаты расчетов наиболее наглядными и простыми в том числе для статистического анализа. Именно данное направление следует считать приоритетным в инжиниринге металлургических процессов и технологий [1].

В рамках работ направленных на совершенствование процесса непрерывной разливки стали, проводимых сотрудниками кафедры металлургических технологий МИ ЛГТУ при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Липецкой области в рамках научного проекта №17-48-480203p_a, был проведен ряд компьютерных экспериментов в лицензионной системе «ProCAST». Изучалось влияние конструкции донной части погружного стакана на движение потоков жидкой стали в кристаллизаторе МНЛЗ при разливке широкоформатных слябов сечением 355x2200 мм в условиях аналогичных условиям разливки на УНРС-8 ПАО «НЛМК». Модель не учитывала наличие шлакового покрова и режим возвратно-поступательного движения кристаллизатора. Исходные данные одинаковые для всех вариантов конструкций погружных стаканов (Рис. 1): бесперебойное снабжение слябового кристаллизатора жидкой сталью марки J1008А при температуре поступающей стали 1540°С. Принималась максимальная рабочая скорость разливки 0,6 м/мин при номинальном сечении широкоформатного сляба 355x2200 мм. Следует отметить, что как и в источниках [2, 4] здесь и далее имеется ввиду детерминированный динамический режим работы МНЛЗ, характеризующийся стабильными условиями функционирования и завершенностью процесса первичной кристаллизации «корочки» непрерывного слитка на выходе из кристаллизатора, соответствующими моменту сформированной твердой оболочки с жидкой сердцевиной заданной толщины.

Далее в таблице 1 представлены результаты расчетов скорости потоков при варьировании формы и угла расположения выходных отверстий погружного стакана и

конфигурации донной части.

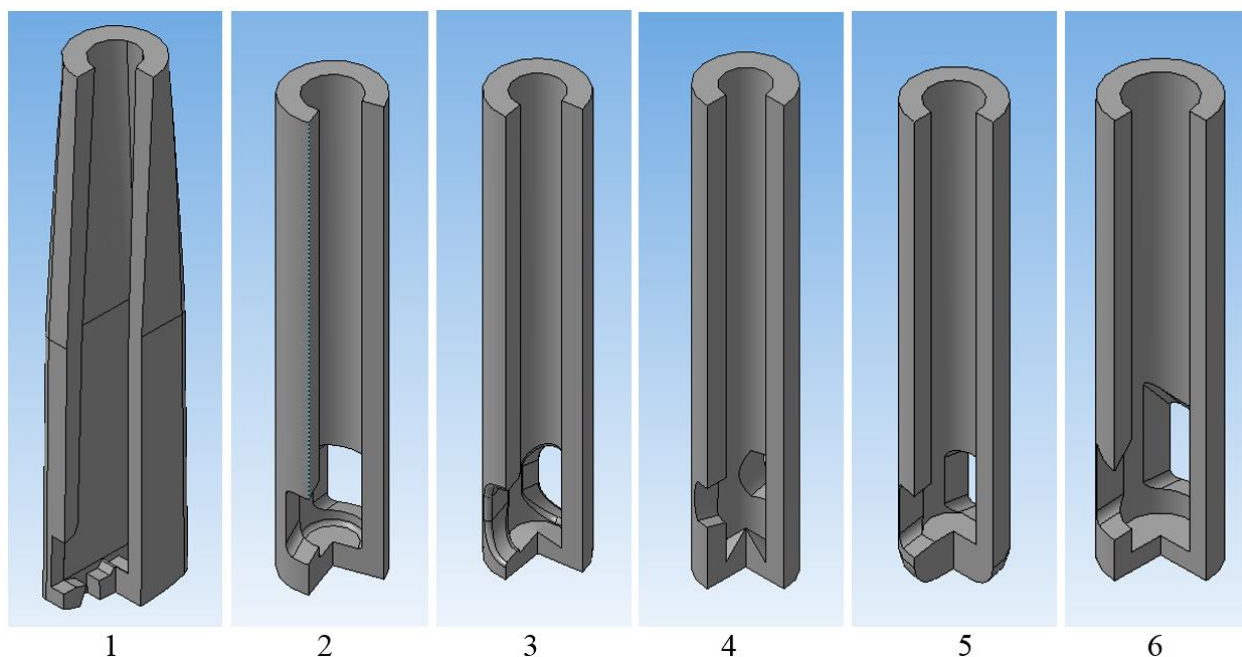


Рисунок 1 – Варианты конструкции погружных стаканов использованные при моделировании

Таблица 1 – Результаты расчетов скорости потоков при использовании разной по конфигурации донной части погружных стаканов

№	Внутренний диаметр стакана, мм	Форма и размер отверстий, мм	Сотв/Скан	Скорость возле узкой стенки (50 мм от стенки), м/с	Скорость возле поверхности, м/с
1	65	40x70,5 (два), 27x40 (два в донной части)	2,13	0,20	0,18
2	68	Прямоугольник 60x77,5 (два) под углом 15°	2,51	0,24	0,22
3	65	Овал 60x90 (два) под углом 15°	2,79	0,28	0,24
4	58	Овал усеченный 48,75x47,8 нижняя кромка по углом 15°	1,58	0,50	1,05
5	68	Прямоугольник 60x77,5 под углом 10°	2,51	0,45	0,38
6	85	Прямоугольник 80x90, верхняя грань под углом 50°, нижняя под углом 5°	2,5	0,06	0,10

На рис. 2 представлены скриншоты фронтального разреза расчетной с указанием скорости и направления движения потоков расплава в соответствии с данными таблицы 1.

При использовании стакана варианта №1 формируются четыре четко разграниченных по скорости и направлению движения потока расплава: два главных

направленных к узким стенкам кристаллизатора, и два центральных направленных вглубь «жидкой лунки». Скорость вторичных отраженных от узких стенок потоков находится в диапазоне от 0,2 до

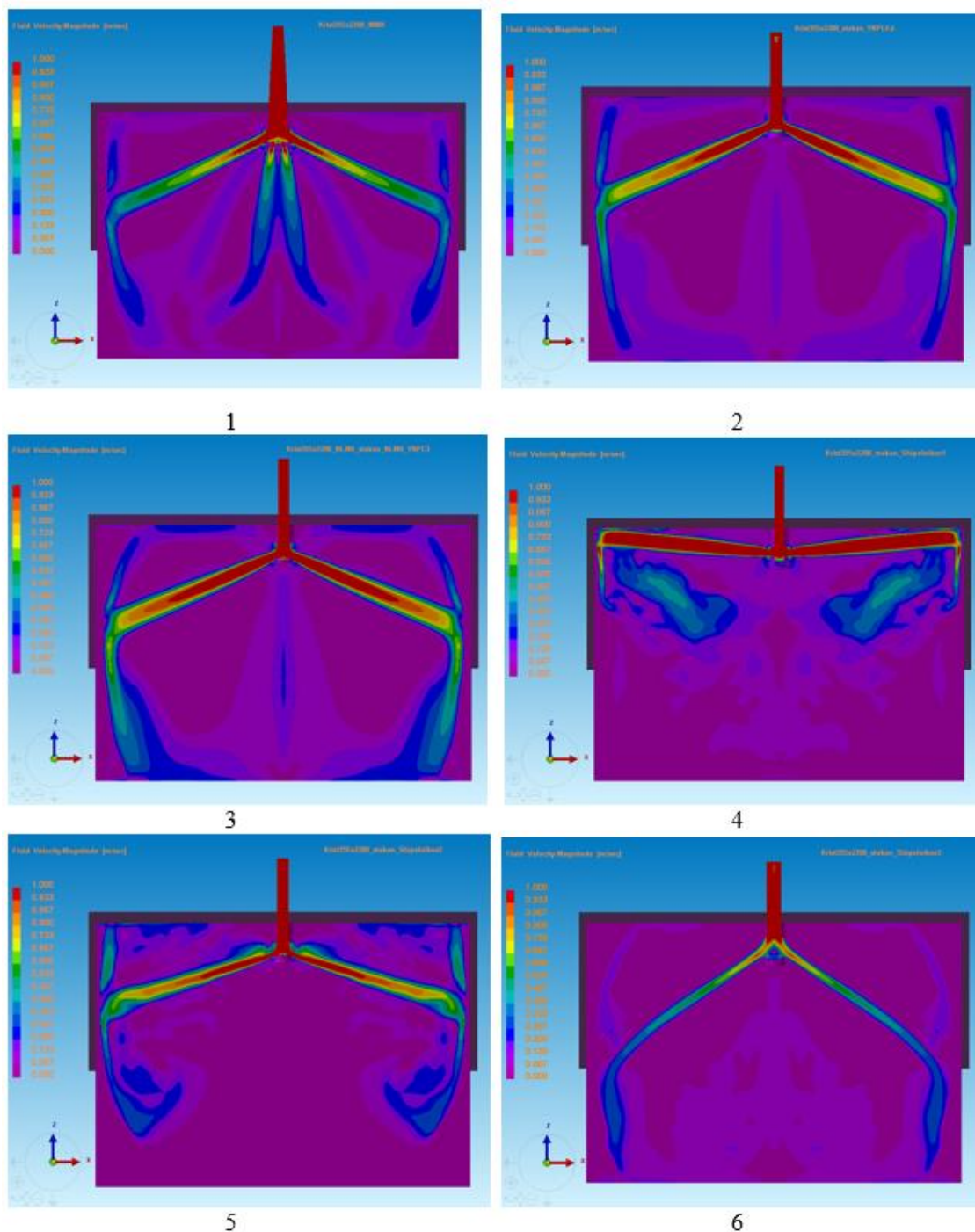


Рисунок 2 – Скорость и направление движения потоков расплава при различной конструкции погружного стакана

0,4 м/с, что практически соответствует оптимальной скорости движения. Однако центральные потоки входят в зону вторичного охлаждения (ЗВО) с достаточно высокой скоростью, что может привести к повышению содержания неметаллических включений

ввиду их затягивания внутрь «жидкой лунки» непрерывнолитой заготовки.

При моделировании стакана варианта №2 установлены два четко сформированных симметричных потока, направленных к стенкам кристаллизатора. При этом скорость нисходящих потоков выше скорости восходящих потоков на равном отдалении от линии симметрии выходных отверстий донной части стакана практически на 30%. В данном случае также есть вероятность затягивания вглубь «жидкой лунки» неметаллических включений выше чем при использовании стакана варианта №1. Скорость потоков в «подшлаковой» зоне кристаллизатора в оптимальном диапазоне значений. Однако скорости потоков в зоне «размытия корочки» слитка превышают значения для варианта конструкции №1.

Установлено, что изменение формы выходных отверстий с прямоугольной на правильную овальную в стакане конструкции по варианту №3 существенных изменений в картину формирования и движения потоков в кристаллизаторе практически не вносит. Выявлено усиление зоны нисходящих потоков, направленных от периферии к центру кристаллизатора, при этом практически начинается формирование зоны нижней циркуляции металла более характерных для более высоких скоростей разлива от 1,0 до 1,4 м/мин на «классических» непрерывнолитых заготовках, например, 180-250x1400-1850 мм. Более четко формируется центральный восходящий поток, создаваемый отражением вторичных нижних потоков от «корочки» слитка в вертикальной части ЗВО, установлено формирование симметричных зоны с повышенной скоростью движения расплава в «подшлаковой» зоне кристаллизатора при скорости от 0,200 до 0,267 м/с.

Моделирование стакана варианта №4 показывает весьма сильный разгон первичных потоков, которые ближе к периферии кристаллизатора поднимаются практически к «мениску» расплава, что должно вызывать эффект «бурления» металла. Средняя скорость потоков в зоне «размытия «корочки» составляет 0,5 м/с, в «подшлаковой» зоне – рекордное для всех типов исследованных стаканов значение 1,05 м/с, не смотря на наличие «ловушки-рассекателя» в донной части (Рис. 1).

Моделированием варианта конструкции стакана №5 установлена значительная величина первичных потоков возле узких стенок кристаллизатора составляющая в среднем 0,45 м/с. Средняя скорость в «подшлаковой» зоне находится на верхнем пределе оптимального интервала скорости и составляет 0,38 м/с. Однако по центральной зоне, в зоне установки стакана наблюдается ярко выраженная застойная зона движения расплава, что может приводить к эффекту «комкования» компонентов вводимого ШОСа.

Для стакана по варианту №6 установлены достаточно ярко выраженные симметричные зоны нисходящих вниз первичных потоков металла, которые будут

провоцировать затягивание вглубь «жидкой лунки» неметаллических включений, при этом можно отметить слабо выраженные восходящие вторичные потоки, формируемые ближе к нижней трети высоты кристаллизатора. Единственным выраженным преимуществом данного типа стакана является практическое отсутствие зоны контакта первичного потока с «корочкой» слитка в кристаллизаторе.

Полученные результаты хорошо согласуются с уже известными опубликованными результатами исследований в области непрерывной разливки стали на слябовых МНЛЗ [1-6]. Можно отметить, что не существует единственно верного и универсального варианта конструкции погружного стакана. Управление потоками расплава в кристаллизаторе посредством оптимизации конструкции погружного стакана и изменении глубины его погружения являются важным направлением совершенствования технологии в комплексе мероприятий по повышению качества сляба.

Список литературы

1. Роговский А.Н. Компьютерное моделирование металлургических процессов в среде современных САПР / А.Н. Роговский, Н.А. Бобылева, А.А. Шипельников // HTCS 2017: мат-лы XII междунар. научн.-практ. конф., 25-27 октября 2017 г. В 2 ч. Ч.1. – Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2017.– С.259-263.
2. Designing of Sub-entry Nozzle for Casting Defect-free Steel/ Anupal Sen, B Prasad, J K Sahu and J N Tiwari // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2015, Vol. 75.– pp. 1-6.
3. Effect of Nozzle Parameters on the Temperature Field, Flow Field and Stress Field in the Continuous Casting of Steel Billet / Pinghu Chen, Ruiqing Li, Ripeng Jiang, Xiaoqian Li // Advances in Computer Science Research, 2017, vol. 74. – pp. 929-935.
4. Исследование гидродинамики расплава в условиях стационарного теплообмена в кристаллизаторе машины непрерывного литья заготовок / Шипельников А.А., Роговский А.Н., Бобылева Н.А. //Заготовительные производства в машиностроении. 2018. Т. 16. № 2. С.-51-55.
5. Моделирование влияния конструктивных особенностей стакана промковша на характер заполнения кристаллизатора МНЛЗ / А.А. Шипельников, А.Н. Роговский, Н.А. Бобылева и др. // Современная металлургия нового тысячелетия: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – 8-11 декабря 2015г. - Часть 2. – Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета, 2015. – С. 77-88.
6. Моделирование процессов поведения жидкой стали в кристаллизаторе слябовой МНЛЗ / А.Н. Смирнов, А.В. Кравченко, А.П. Верзилов и др. // Процессы литья. – 2010. –№5. –С. 40-47.

НЕКОТОРЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФУТЕРОВКИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

Сазонов А.В., Короткова Л.Н.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
shiller82@mail.ru, lara.korotkova@inbox.ru*

Аннотация. В статье на основе анализа литературных данных проанализированы некоторые инновационные технические решения, позволяющие повысить стойкость футеровки сталеразливочных ковшей против агрессивного воздействия жидкого металла и шлака.

Ключевые слова: сталеразливочный ковш, футеровка, повышение стойкости, развитие огнеупорной промышленности, инновации.

SOME INNOVATIVE AND TECHNICAL SOLUTIONS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF OPERATION THE LINING OF CASTING LADLES

Sazonov A.V., Korotkova L.N.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The article analyzes the literature data and analyzes some innovative technical solutions to improve the resistance of the lining of steel ladles against the aggressive effects of liquid metal and slag.

Keywords: steel ladle, lining, improving resistance, development of refractory industry, innovation.

Для современного металлургического производства характерно использование ковшевой обработки металла. При этом, футеровка сталеразливочного ковша (с/к) работает в жестких условиях эксплуатации. Футеровка подвергается агрессивному воздействию со стороны металла и ковшевого шлака. Также стоит отметить, что футеровка испытывает постоянные перепады температур, достигающие 800 - 900 °С [1].

В результате эксплуатации с/к в тяжелых условиях возможны прогары с потерей металла и вспомогательного оборудования сталеплавильного цеха. При этом материальные расходы могут достигать миллионов рублей, поэтому вопросы качества применяемых огнеупорных материалов, качества выполнения футеровочных работ и вспомогательных операций со с/к после слива металла в промежуточный ковш (п/к) являются весьма актуальными [2].

Важным аспектом развития мировой огнеупорной промышленности является внедрение инновационных технологий, в том числе и нанотехнологий [3].

Основными направлениями по повышению стойкости футеровки агрегатов внепечной обработки являются предотвращение окисления углеродсодержащих огнеупоров, повышение стойкости материала к проникновению расплавов металла и шлака, воздействию вакуума и высокой температуры. Вместе с тем, одним из способов по уменьшению расхода огнеупоров и достижения высоких технико-экономических показателей является применение защитных покрытий [4].

В работе [5] показана принципиальная возможность и целесообразность использования в производственных условиях защитных покрытий на основе металлического алюминия. В состав защитных покрытий входят дисперсные порошки металлического алюминия и металлоэмиссионного композита (МЭК - смесь неорганических солей).

Такой состав защитного покрытия обеспечивает устойчивость его к высокой температуре и механическим воздействиям, причем покрытие обладает высокой адгезионной способностью. Для поддержания устойчивости суспензии в состав композиции в качестве коллоидного компонента вводилась глина и клей КМЦ [6]. Состав защитных покрытий представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав защитных покрытий [6]

Номер состава	Коллоидный компонент	Al	МЭК	TiO ₂
1	Глина	66 – 69	11 – 14	-
2	Глина	46 – 49	11 – 14	20
3	Клей КМЦ	83	9	-

Защитные покрытия наносятся на поверхность огнеупорных изделий (периклазохромитового и периклазоуглеродистого огнеупора) методом пульверизации, что обеспечивает максимальное заполнение открытых приповерхностных пор.

В процессе термообработки в муфельной печи в течении трех часов происходит спекание защитной массы и образование плотного слоя толщиной 0,3 - 0,5 мм с высокой степенью сцепления. При этом происходит диффундирование покрытия в огнеупорный материал на глубину 1,0 - 1,5 мм [5]. В результате термообработки образуются фазы MgO, α – Al₂O₃, MgAl₂O₄, которые характеризуются высокой сопротивляемостью воздействию оксидов шлака. При этом, газопроницаемость огнеупоров с покрытием уменьшается в два раза, что свидетельствует об образовании плотного мелкопористого покрытия на поверхности. Исходя из этого, проникновение шлака в тело периклазоуглеродистого

огнеупора с покрытием практически отсутствует (без покрытия глубина проникновения около 2,0 – 2,5 мм).

Опытно-промышленные испытания покрытий на основе металлического алюминия в условиях ОАО ЧМК показали [5] целесообразность их использования при защите периклазоуглеродистой огнеупорной футеровки шлакового пояса сталеразливочных ковшей, всасывающего патрубка вакууматора и стен вакуум-камеры. Увеличение стойкости огнеупорной футеровки достигается в результате образования прочных тугоплавких и газонепроницаемых покрытий, в которых содержится корунд. Защитное покрытие предотвращает углеродсодержащий огнеупорный материал от окисления, повышает стойкость материала к проникновению расплавов металла и шлака, воздействию вакуума и высокой температуры.

Известно [1-5], что основой растворов для заполнения швов в огнеупорной кладке является огнеупорная глина. В виду их высокой стоимости в составе кладочных растворов часто используют мертели - тонкоизмельченные огнеупорные смеси, которые применяют при кладке сталеразливочных ковшей.

В работе [7] представлен состав кладочного раствора, в котором в качестве огнеупорного наполнителя используются отработанный катализатор ИМ-2201, содержащий 72,5% Al_2O_3 и 16,2% Cr_2O_3 , и механохимически активированная (МХА) огнеупорная глина.

Такой состав кладочного раствора обеспечивает эффективный процесс муллитообразования при 900 - 1100 °С. На рисунке 1 представлено влияние содержания механохимически активированной глины на прочность кладочного раствора [8]. Анализ данных рисунка 1 показывает, что содержание механохимически активированной глины не должно превышать 15 - 25%. Данное ограничение обусловлено максимумом прочности материала ($\sigma_{сдв} = 12 - 14$ МПа).

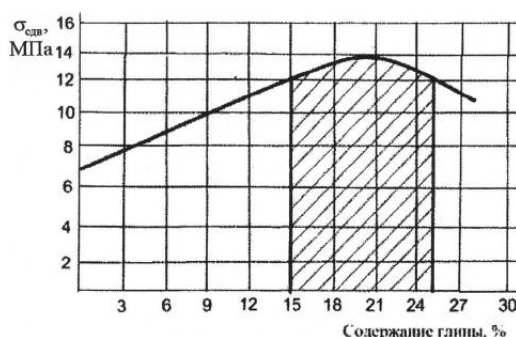


Рисунок 1 – Влияние содержания механохимически активированной глины на прочность кладочного раствора [8]

Использование механохимически активированных порошков оксидов алюминия,

кремния, хрома в составе кладочных растворов повышает прочность спекания огнеупорной массы и позволяет использовать их при заполнении швов меньшего размера. Наиболее активными представляются порошки фракции наноразмеров [7].

В качестве огнеупорного наполнителя в растворе используются оксиды Al_2O_3 и Cr_2O_3 , а также смесь механохимически активированных порошков фракции наноразмеров (30 - 100 нм), что обеспечивает эффективный процесс мулитообразования при температурах 900 - 1050 °С.

Раствор с использованием механохимически активированных нанопорошков имеет более высокую прочность спекания (13 - 15 Н/мм²).

В качестве пластификатора в таком растворе используется $Na_5P_3O_{10}$, что в сочетании механохимической активацией обеспечивает уменьшение толщины шва до 0,8 мм. При этом износ такого раствора в швах на 10 – 20 % ниже, чем у применяемых в производственной практике растворах [7,8].

Мировые лидеры в производстве огнеупоров (Япония, Китай, Западная Европа) предпринимают дополнительные усилия в совершенствовании технологии производства углеродсодержащих огнеупоров. В настоящее время появились периклазоуглеродистые огнеупоры с использованием наноуглеродистого компонента (сажа, нанотрубки, фуллерены и пр.). Углерод в наноформе распределяется по объему, создавая нанокристаллированную матрицу (в традиционных огнеупорах распределению графита происходит по границам зерен) [9].

Преимущественно таких огнеупоров - предотвращения перехода углерода из футеровки в металл (например, при производстве низкоуглеродистых марок сталей), что преждевременно разрушает рабочий слой изделия. По данным [9,10] теплопроводность изделий с наночастицами значительно ниже, чем у традиционных изделий, при сохранении показателей термостойкости и коррозионной устойчивости.

Развитие инновационных технологий производства огнеупоров с нанодобавками потребует эффективного решения сопряженных с ними задач типа организации производства наноуглеродистых материалов в промышленных масштабах, а также разработки специальных технологических операций по замешиванию наночастиц в основной материал для реализации преимуществ от внесения наноуглеродистой составляющей [10].

Применение огнеупоров с нанодобавками повысит конкурентоспособность изделий для тех производителей, которые освоят такие технологии. При этом количество поставщиков на рынке огнеупоров с нанодобавками крайне ограничен в силу того, что требуются большие усилия на реализацию новых технологий, в том числе на выбор

углеродистого связующего по критериям технологичности, окисляемости, скоксованного остатка, а также экологичности [7,9].

Анализируя представленную выше информацию можно сказать, что основой развития огнеупорных изделий для металлургии заключается в создании изделий, обеспечивающих снижение удельного расхода и затрат на огнеупоры. При этом стойкость футеровок можно будет определять не только улучшенными свойствами огнеупорных материалов, но и зависимостью от практики их применения в условиях конкретного сталеплавильного цеха. Приоритетным направлением в снижении удельных затрат на огнеупоры является развитие огнеупорных материалов на базе альтернативных источников сырья, более дешевых и доступных для производителей огнеупорных изделий [4,11-13].

Список литературы

1. Энергосберегающие концепции футеровки ковшей / К. Рам и др. // Сталь. - 2009. - № 9. - С. 37-42
2. Жиркин, Ю. В. Надежность, эксплуатация и ремонт металлургических машин: учеб-ник / Ю.В.Жиркин. - Магнитогорск : МГТУ, 2002. - 330 с.
3. Пути повышения стойкости сталеразливочных ковшей / А.Г. Левада и др. // Сталь. - 2010. - № 11. - С. 25-26
4. Современные огнеупорные материалы для сталеразливочного и промежуточного ковшей / П. Тассо и др. // Сталь. - 2011. - № 7. - С. 40-42
5. Повышение стойкости футеровки агрегатов внепечной обработки стали / С.И. Бо-ровик и др. // Электromеталлургия. - 2005. - № 6. - С. 43-45
6. Кащеев, И.Д. Основы формирования защитных покрытий / И.Д. Кащеев // Огнеупо-ры. – 1991. - №3. - С. 5-7
7. Применение механохимически активированных нанопорошков при подготовке рас-творов для кладки металлургических агрегатов / М.Ю. Малькова и др. // Электromеталлур-гия. - 2013. - № 9. - С. 41-43
8. Патент 2430067 Российская Федерация, МПК В22D41/00 Огнеупорный кладочный раствор / И.В. Матвиенко, А.А. Сокорев. - №2430067; заявлено 23.10.2011; опубликовано 10.08.2012; Бюл. №8. – С. 15-19: 3 ил.
9. Анализ службы рабочего слоя огнеупорной футеровки ковша для внепечной обра-ботки стали / М.А. Бараненко и др. // Электromеталлургия. - 2005. - № 4. - С. 36-43
10. Официальный сайт ООО «Группа «Магнезит» - Режим доступа <http://www.magnezit.ru> / (дата обращения: 10.10.18)

11. Смирнов, А.Н. Развитие огнеупорных материалов и изделий для выплавки, доводки и разливки стали / А.Н. Смирнов // Электromеталлургия. – 2012. - №12. - С. 17-29
12. Смирнов, А.Н. Перспективы развития огнеупорных материалов и изделий, используемых для выплавки, доводки и разливки стали / А.Н. Смирнов - Режим доступа <http://www.steeltimes.ru> / (дата обращения: 10.10.18)
13. Совершенствование футеровки агрегатов электросталеплавильного цеха / А.В. Кузнецов и др. // Сталь. - 2010. - № 1. - С. 47-52

ОСНОВЫ АЛГОРИТМА РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ШЛАКА ПРИ ПЕРЕЛИВЕ МЕТАЛЛА ИЗ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО В ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ

Сазонов А.В., Кочергина И.Н.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
shiller82@mail.ru, kochergina-irina@yandex.ru*

Аннотация. В статье представлено описание основ алгоритма для эффективного раннего обнаружения ковшевого шлака переливе металла из сталеразливочного в промежуточный ковш. Это позволяет уменьшить издержки производства и повысить качество непрерывнолитых заготовок.

Ключевые слова: обнаружение шлака, улучшение качества, уменьшение издержек, основа алгоритма, оперативный контроль, стойкость футеровки.

FUNDAMENTALS OF ALGORITHM OF EARLY DETECTION OF SLAG WHEN TRANSFERING METAL FROM STEEL FILLING INTO INTERMEDIATE BUCKET

Sazonov A.V., Kochergina I.N.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The article describes the foundations of the algorithm for the effective early detection of ladle slag by pouring metal from the casting into the tundish. This allows you to reduce production costs and improve the quality of continuously cast billets.

Keywords: slag detection, quality improvement, cost reduction, algorithm basis, operational control, lining resistance.

В современном металлургическом производстве одной из проблем на пути повышения качества производимой металлопродукции и уменьшения издержек, является проблема раннего обнаружения шлака при переливе металла из одной металлургической емкости в другую [1].

К примеру, шлак, находящийся на поверхности металла после внепечной обработки, попадая промежуточный ковш (п/к) на МНЛЗ влияет на показатели качества непрерывнолитой заготовки (НЛЗ) и на стойкость футеровки п/к. В связи с этим можно сказать, что уменьшение количества шлака, попадающего из с/к в п/к позволяет существенно сократить издержки производства и улучшить качество металла [2].

В большинстве случаев обнаружение шлака в струе переливаемого металла

происходит визуально оператором, контролирующим процесс – в процессе наблюдения можно судить о проникновении шлака по изменению цвета струи, а также по изменению шумового воздействия, которое создает падающая струя. Результат в данном случае сильно зависит от квалификации оператора, и зачастую условия процесса не позволяют точно определить момент проникновения шлака даже опытному оператору.

Существуют несколько методов автоматического определения проникновения шлака в струю металла. Наиболее широко применяются электромагнитный, вибрационный и инфракрасный метод [3]. Каждый способ имеет свои преимущества и недостатки.

Однако по данным журнала Iron & Steelmaker [4] примерно в 55% случаев обнаружение шлака осуществляется визуально оператором.

В денежном эквиваленте эффективная отсечка шлака позволяет получить большой экономический эффект. Так по данным фирмы Амера (группа Didier) при объеме производства 2 млн. тонн стали при количестве «пропущенного» шлака равного 7 кг/т денежные потери составляют 1 – 2 доллара на тонну стали. Экономический эффект при уменьшении количества попадающего шлака на 50% при эффективном его обнаружении составляет 1 – 2 млн. долларов в год [3,4].

Экономическая эффективность системы складывается из следующих факторов: увеличения стойкости п/к; уменьшения среднего остатка металла в с/к и, следовательно, увеличение выхода годного; улучшения качества металла [5].

Далее в статье описываются основы алгоритма по эффективной отсечки шлака при переливе металла из с/к в п/к.

После постановки с/к под сталеплавильный агрегат для слива железистого полупродукта его необходимо взвесить на взвешивающем устройстве тележки с/к. Данные о весе пустого с/к необходимо сохранить в системе автоматизированного управления сталеплавильного цеха. Также необходимо ввести количество «сливов» жидкого полупродукта с целью расчета текущего диаметра с/к на уровне шлакового пояса ($D_{ск}^N$, м) с учетом агрессивного воздействия жидкого полупродукта и окислительного шлака на износ футеровки с/к в соответствии с выражением:

$$D_{ск}^N = D_{ск} + \Delta h \cdot N, \quad (1)$$

где $D_{ск}$ - диаметр нового с/к на уровне шлакового пояса, м; Δh - износ рабочего слоя футеровки за один «слив» жидкого полупродукта, м; N - число «сливов» в с/к.

После этого с/к вместе с расплавленным полупродуктом подается на агрегат «ковш - печь», где осуществляется доведение полупродукта до стали заданного химического состава.

После обработки необходимо взять пробу химического состава ковшевого шлака и измерить толщину шлакового покрова на агрегате ковш - печь металлическим «штырем». Измерительный «штырь» и копьё взятия проб погружаются через отверстие в своде печи в ванну жидкой стали оператором вручную. После этого, результат измерения следует занести в систему автоматизированного управления сталеплавильного цеха.

Пробу взятого шлака необходимо достаточно быстро проанализировать с целью определения химического состава, с последующим определением плотности шлака в соответствии с выражением [6]:

$$\rho = 1000 / (0,45\text{SiO}_2 + 0,286\text{CaO} + 0,204\text{FeO} + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,237\text{MnO} + 0,367\text{MgO} + 0,48\text{P}_2\text{O}_5 + 0,402\text{Al}_2\text{O}_3), \text{ кг/м}^3, \quad (2)$$

где SiO_2 , CaO , FeO , Fe_2O_3 , MnO , MgO , P_2O_5 , Al_2O_3 – содержание указанных соединений в шлаке в долях единицы.

Современный технологический процесс выплавки и внепечной обработки и стали невозможно представить без оперативного контроля [7]. В таких условиях возрастает роль автоматизированных систем аналитического контроля. Оборудование для контроля можно непосредственно располагать вблизи металлургических агрегатов. Взятые пробы обрабатываются при минимальной длительности (порядка 2 – 3 минут) и в полностью автоматическом режиме на каждой стадии их продвижения.

После получения химического анализа шлака необходимо вычислить его массу в соответствии с выражением:

$$m_{\text{шл}} = H_{\text{шл}} \cdot \frac{\pi \cdot (D_{\text{ск}}^N)^2}{4} \cdot \rho_{\text{шл}}, \quad (3)$$

где $m_{\text{шл}}$ - масса ковшевого шлака, кг; $D_{\text{ск}}^N$ - диаметр с/к на уровне шлакового пояса, м; $H_{\text{шл}}$ - измеренная высота шлака на агрегате «ковш - печь», м; $\rho_{\text{шл}}$ - полученная плотность шлака, кг/м³.

После вычисления массы шлака после внепечной обработки его массу необходимо внести в систему автоматизированного управления сталеплавильным цехом.

При постановке с/к на подъемно-поворотный стенд (ППС) его необходимо взвесить. Соответственно, масса металла, находящегося в с/к будет вычисляться исходя из следующего выражения:

$$m_{\text{мет}}^{\text{ск}} = m_{\text{ск}}^{\text{общ}} - m_{\text{ск}} - m_{\text{шл}}. \quad (4)$$

где $m_{\text{мет}}^{\text{ск}}$ - масса металла в с/к, т; $m_{\text{ск}}^{\text{общ}}$ - общая масса с/к с металлом и шлаком, т; $m_{\text{ск}}$ - масса пустого с/к, т; $m_{\text{шл}}$ - масса шлака, вычисленная по выражению (3), т.

При процессе перелива, когда масса с/к будет приближаться к величине равной сумме

массы с/к и массе шлака, необходимо постепенно закрывать шиберный затвор в автоматическом режиме, во избежание образования «эффекта воронки» [2].

Описанный алгоритм не требует существенных материальных затрат для покупки дорогостоящего оборудования (электромагнитные датчики, дорогостоящие высокоскоростные камеры и др.). Однако требуется экспериментальная проверка в производственных условиях с целью определения эффективности.

В заключении следует отметить, что раннее обнаружение шлака и его своевременная отсечка позволяют добиться следующего: увеличить срок службы футеровки п/к и шиберного механизма - сроки службы увеличиваются при уменьшении количества пропущенного шлака; увеличить выход годного металла при НРС, особенно при разливке металла сериями; улучшить качества металла - уменьшение количества пропущенного шлака сокращает объем вредных примесей; улучшить условия труда оператора [2-5].

Список литературы

1. Совершенствование оборудования электросталеплавильных цехов: сборник статей / Под ред. Ю.А. Гудима, И.Ю. Зинурова. - Челябинск: ИД Олега Сеницына, 2008. - 580 с.
2. Вдовин, К. Н. Непрерывная разливка стали: монография / К.Н. Вдовин, В.В. Точилкин, И.М. Ячиков. - Магнитогорск: Издательство Магнитогорского государственного технического университета, 2012. - 540 с.
3. Обнаружение и отсечка шлака при сливе металла из сталеплавильного агрегата - Режим доступа [http:// steeltimes.ru/books/casting/sortccm/27/27.php](http://steeltimes.ru/books/casting/sortccm/27/27.php) / (дата обращения: 08.10.18)
4. Анализ эффективности раннего обнаружения шлака при сливе металла из одних металлургических емкостей в другие - Режим доступа [http:// masters.donntu.org/2012/fimm/karaseva/library/2.htm](http://masters.donntu.org/2012/fimm/karaseva/library/2.htm) / (дата обращения: 08.10.18)
5. Смирнов, А.Н. Современный прогресс и перспективы развития процессов непрерывной разливки сталей / А.Н. Смирнов // Сталь. – 2005. - №12. - С.29-32
6. Еронько, С. П. Расчет и конструирование оборудования для внепечной обработки и разливки стали / С.П. Еронько, С.В. Быковских, Е.В. Ошовская. - К.: Техніка, 2007. - 344 с.
7. Автоматизированные системы аналитического контроля металлургических процессов - Режим доступа [http:// uas.su/conferences/2012/refractories/6/6.php](http://uas.su/conferences/2012/refractories/6/6.php) / (дата обращения: 08.10.18)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОВОЗГОРАНИЯ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА

Сидоров М.С., Федина В.В.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
fedinavv@mail.ru, +7 915-524-44-35*

***Аннотация.** В работе в лабораторных условиях проведено исследование самовозгорания горячебрикетированного железа в окислительной атмосфере печи для процессов прямого восстановления железа MIDREX. Определена температура самовозгорания каждого из брикетов.*

***Ключевые слова:** горячебрикетированное железо, нагрев, печь, термонара, температура самовозгорания.*

STUDY OF TEMPERATURE OF SPONTANEOUS COMBUSTION HOT BRIQUETTED IRON

Sidorov M.S., Fedina V.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** In the work in the laboratory, the study of spontaneous combustion of hot-briquetted iron in the oxidizing atmosphere of the furnace for the processes of direct reduction of iron MIDREX. The temperature of self-ignition of each of the briquettes is determined.*

***Keywords:** hot-briquetted iron, heating, furnace, thermocouple, self-ignition temperature.*

Самым распространенным процессом прямого восстановления железа с газовым восстановителем является процесс MIDREX. Данный процесс разработан в США и представляет собой процесс производства губчатого железа в шахтной печи с помощью конвертированного природного газа. При восстановлении железа в обожженных окатышах применяются на металлургическом производстве Курской магнитной аномалии процессы MIDREX и NYL-III. Окатыши, загружаемые в печь, нагреваются до температуры восстановления горячим восстановительным газом. Удаление кислорода из окисленных окатышей осуществляется при протекании химических реакций с водородом и оксидом углерода восстановительного газа. Восстановительный газ выходит из зоны восстановления в виде колошникового газа. Металлизированные окатыши из зоны восстановления поступают в переходную зону, где происходит дополнительное

восстановление и науглероживание. Металлизированные окатыши могут сразу поступать на производство стали (АО «ОЭМК») или же на получение горячебрикетированного железа (ГБЖ).

При попадании в окружающую атмосферу, как окатыши, так и ГБЖ окисляются за счет кислорода, находящегося в воздухе. Если брикеты недостаточно прочные, то при дроблении возникает большая удельная поверхность, за счет чего и может увеличиваться окисление железа в нем. Так же, как и окатыши горячебрикетированное железо имеет свою температуру самовозгорания.

Самовозгорание - самопроизвольное возникновение горения вследствие постепенного накопления тепла при протекании экзотермических реакций в каких-либо твёрдых горючих материалах. Выделение из всех горючих веществ, группы самовозгорающихся объясняется их повышенной опасностью по сравнению с другими горючими веществами и необходимостью проведения дополнительных профилактических мероприятий, в связи с чем уделяется особое внимание изучению этих процессов.

Все горючие вещества, находящиеся в соприкосновении с воздухом, при определенных температурах начинают окисляться. Этот процесс сопровождается выделением тепла. В некоторых случаях отвод выделяющегося тепла сильно ограничен, и при определенном соотношении скоростей выделения и отвода тепла, возможно самонагревание горючего материала.

На кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС» исследовали самовозгорание горячебрикетированного железа, полученного на ГБЖ-2 и ГБЖ-3, после процесса прямого восстановления железа в процессе MIDREX.

Методика проведения эксперимента.

Установка состоит из:

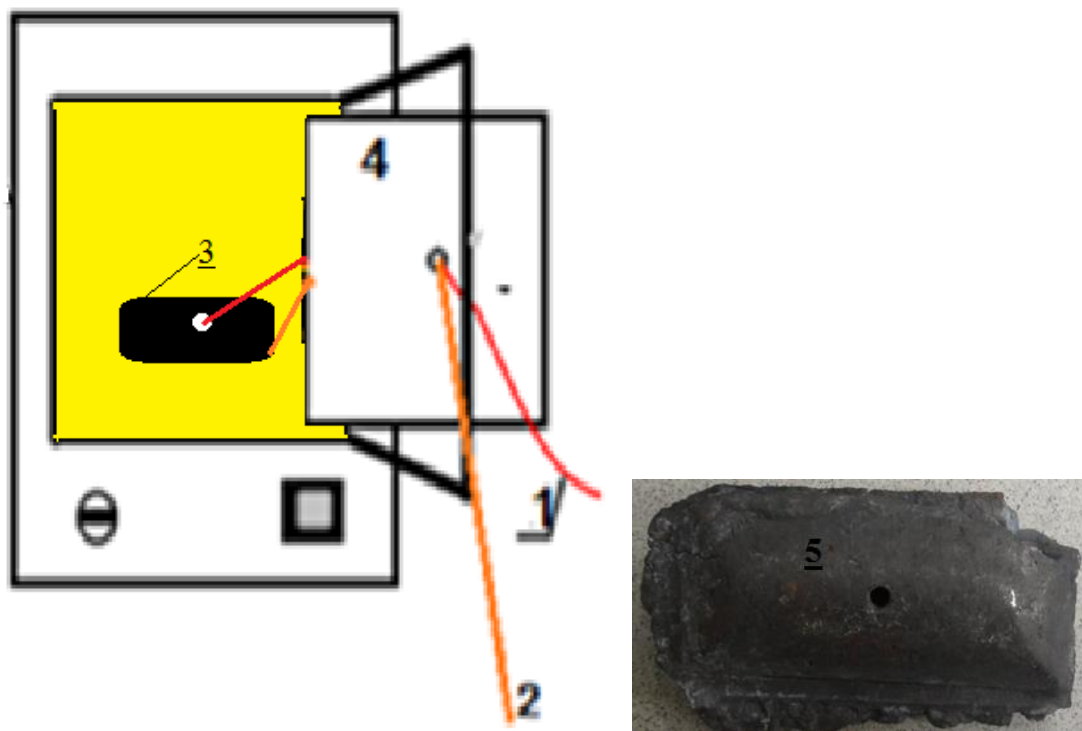
- печи СНОЛ с терморегулятором, позволяющим поддерживать постоянную температуру в пределах до 500 °С;
- 2 термоэлектрических преобразователя типа ТХК;
- горячебрикетированного железа.

Схема установки приведена на рисунке 1.

Последовательность выполнения эксперимента:

1. Печь должна иметь комнатную температуру.
2. В центре брикета просверливается отверстие для термопары глубиной 12мм.
3. Одну термопару необходимо вставить в подготовленное отверстие брикета, вторую положить на брикет. Концы термопар вывести на внешнюю поверхность дверцы печи и подключить к измерительным приборам.

4. Брикет с термопарами поместить в рабочее пространство печи на глубину, позволяющую закрыть печь.
5. Включить печь при открытой дверце и установить следующий режим нагрева: скорость нагрева 2°C/мин; температура нагрева – 420°C.
6. Закрыть дверцу печи.



- 1 – термопара внутренняя для определения температуры брикета,
 2 – термопара 1 для определения температуры окружающей среды, 3 – брикет, 4 – печь,
 5 – подготовленный брикет

Рисунок 1 – Схема установки для испытания металлизированного продукта на самовозгорание

Результаты проведенных экспериментальных исследований представлены на рисунке 2.

В результате проведенных экспериментов было выяснено, что брикеты со второй очереди и третьей очереди ГБЖ имеют приблизительно одинаковую температуру самовозгорания, равную 401-402°C. Вторая и третья очереди ГБЖ - это прямое восстановление железа в процессе MIDREX. Таким образом, температура самовозгорания брикетов процесса MIDREX составляет 401-402°C.

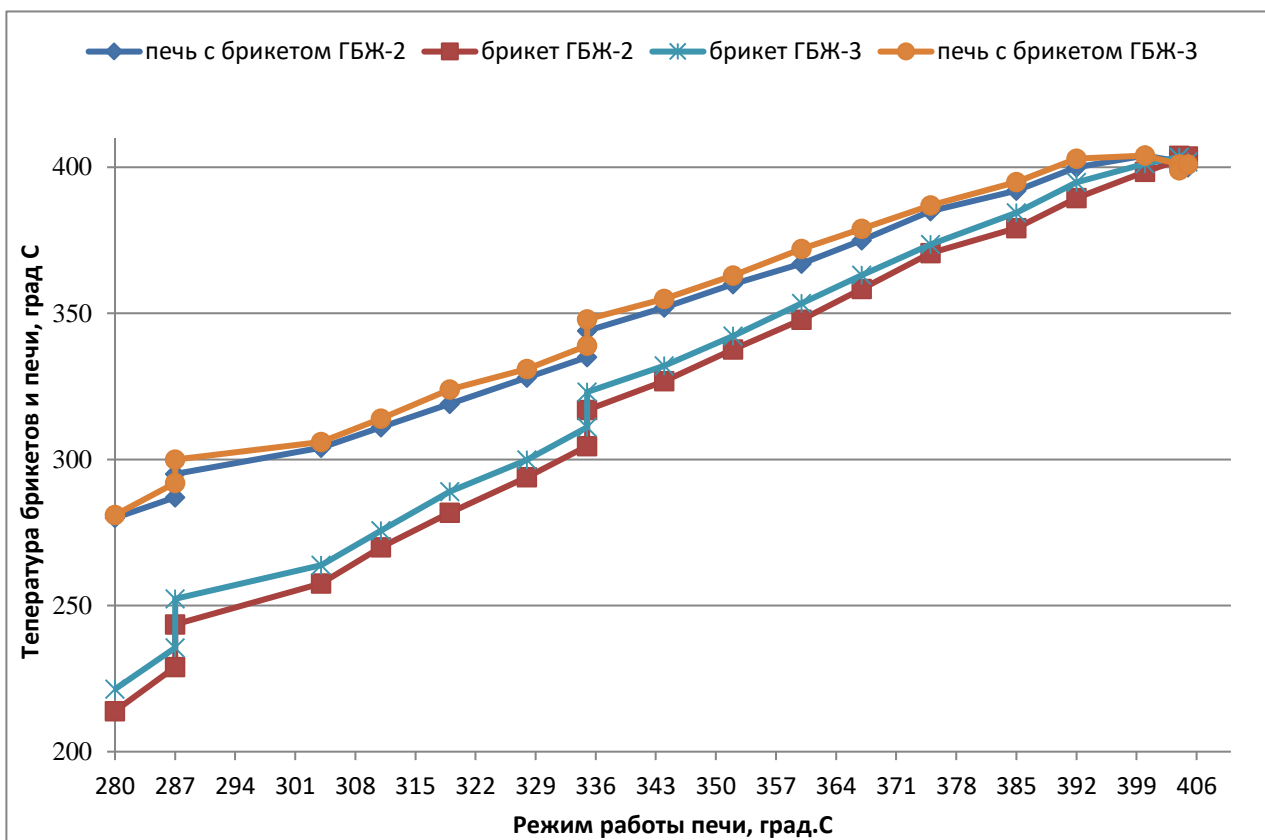


Рисунок 2 – График зависимости температур центра и поверхности брикета от режима работы печи

Список литературы

1. Тимофеева А.С., Тимофеев Е.С. Теплофизические особенности производства окисленных окатышей и металлизированного продукта: Учебное пособие. – Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2005г. – 188 с.
2. Инновационная технология прямого восстановления ГБЖ: совершенствование качества и новые разработки. Подготовлено: МА. Тереса Гуэрра май 2008г. – 46с.

**КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО БЛЮМА ПРИ
ДВУХСТАДИЙНОМ «МЯГКОМ» ОБЖАТИИ**

Скляр В.А., Смирнов Е.Н., Малахова О.И., Черменев Е.А.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
konfor1@yandex.ru*

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

***Аннотация.** Представлены результаты компьютерного моделирования напряженно-деформированного состояния непрерывнолитого блюма при его двухстадийной деформации на стадии неполной кристаллизации, полученные в ходе моделирования на конечно-элементной модели. Приведены наиболее рациональные параметры процесса деформации, которые отвечают наибольшей эффективности и благоприятному напряженно-деформированному состоянию.*

***Ключевые слова:** непрерывнолитой блюм, «мягкое» обжатие, компьютерное моделирование, эффективность, напряженно-деформированное состояние.*

**FINITE ELEMENT MODELLING OF THE STRESS-STRAIN STATE OF THE
CONTINUOUS CAST BLOOM IN THE TWO-STAGE "SOFT" REDUCTION**

Skliar V.A., Smyrnov Y.N., Malakhova, O.I., Chermenev E.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The results of computer simulation of the stress-strain state of continuously cast bloom at its two-stage deformation at the stage of incomplete crystallization, obtained in the course of modeling on the finite element model, are presented. The most rational parameters of the deformation process, which correspond to the highest efficiency and favorable stress-strain state, are given.*

***Keywords:** continuously cast bloom, "soft" reduction, computer simulation, efficiency, stress-strain state.*

В последнее время сформировалось несколько направлений технической реализации процесса деформирования непрерывнолитых слитков на стадии неполной кристаллизации, каждое из которых преследует цель дальнейшего повышения степени проникновения деформации в сердцевину кристаллизующегося слитка [1, 2]. Данный

метод широко применяется для устранения осевой пористости и ликвации [3, 4]. Однако в этом случае могут возникать проблемы в случае наличия дефекта «ромбичность» [5].

В данной работе предложено разделить деформационное воздействие на две стадии, а именно: на первой стадии деформируют центральные участки непрерывнолитого слитка на ширине, которая составляет 80-90% от ширины жидко-твердой фазы, а на второй стадии деформируют ранее недеформированные краевые участки [6].

Целью работы является компьютерное моделирование способа двухстадийного обжатия непрерывнолитых блюмов на стадии неполной кристаллизации, с целью определения напряженно-деформированного состояния.

Математические модели для моделирования процесса «мягкого» обжатия используются достаточно широко, поскольку лабораторные и промышленные исследования подобного процесса достаточно сложны и дороги [7, 8]. С использованием метода конечно-элементного моделирования, был выполнен численный эксперимент и произведен сравнительный анализ двухстадийной и классической (плоскими валками) схем деформирования непрерывнолитых блюмов на стадии неполной кристаллизации, а также определена допустимая величина разового обжатия ε_i на основе анализа формируемого напряженно-деформируемого состояния. Геометрическая модель представляла собой половину непрерывнолитого блюма сечением 335x400 мм. Расчет осуществляли для трех сечений вдоль металлургической длины слитка в местах, которые соответствуют началу, середине и концу зоны обжатия на стадии неполной кристаллизации. В то же время данные точки соответствуют предполагаемым местам расположения обжимающих клетей. При установке блока из 5 обжимающих клетей, точки будут соответствовать местам установки клетей № 1, 3 и 5. Исследовались три марки сталей 09Г2С, 40Х и сталь 70.

В настоящее время предложено несколько критериев оценки эффективности «мягкого» обжатия [9]. В качестве критерия позволяющего оценить степень проникновения деформации во внутренние слои кристаллизующегося слитка в данной работе использовалась приведенная степень относительной деформации ε_{np} , которая определялась по следующей формуле

$$\varepsilon_{np} = \frac{\Delta h_{\phi}}{H_{\text{бл}}} \quad (1)$$

где Δh_{ϕ} – абсолютная высотная деформация двухфазной области; $H_{\text{бл}}$ – начальная высота блюма.

Моделирование проводилось с учетом неравномерного температурного поля заготовки, которое оказывает влияние на свойства металла, характер течения и напряженно-деформированное состояние [10-13].

Полученные результаты, представленные на рисунке 1, позволили сделать вывод о том, что величина $\varepsilon_{пр}$ растёт с повышением степени обжатия Δh_i и уменьшается по мере уменьшения содержания жидко-твёрдой фазы, в связи с ростом толщины затвердевшей составляющей слитка. При этом, на второй стадии $\varepsilon_{пр}$ меньше на 3-23 % чем на первой. Это объясняется тем, что на второй стадии значительная часть приложенного обжатия затрачивается на деформирование боковых стенок непрерывнолитого слитка.

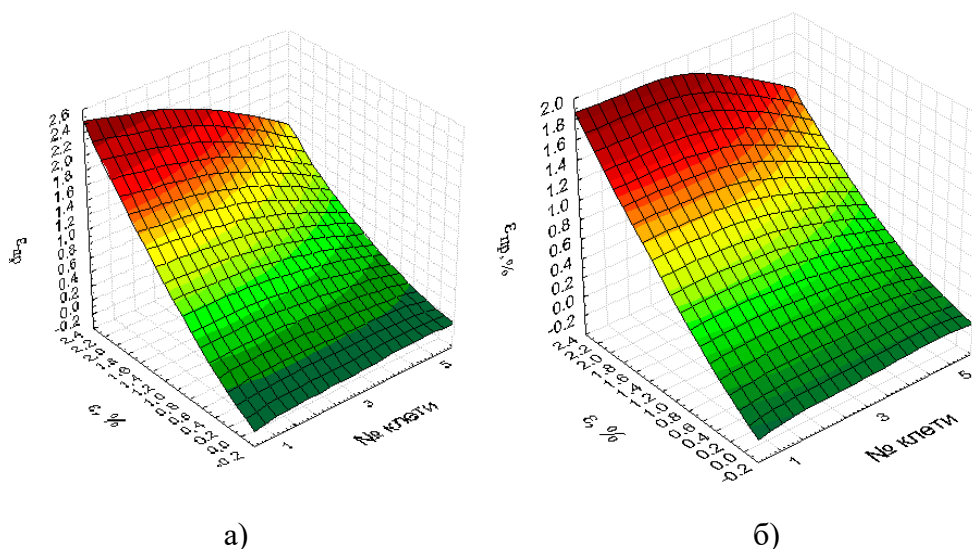


Рисунок 1 – Зависимость приведенной деформации от относительного обжатия и места приложения деформации на первой (а) и второй (б) стадиях

Сравнение полученных данных с аналогичными, но при обжатии в гладких валках позволяют сделать вывод о том, что $\varepsilon_{пр}$ при реализации двухстадийного деформирования непрерывнолитых слитков на стадии неполной кристаллизации больше на 50-56%, что свидетельствует о большей эффективности нового способа.

Результаты исследования напряжённо-деформированного состояния непрерывнолитых блюмов на стадии неполной кристаллизации (см рисунок 2) позволили уточнить величину предельной относительной деформации ε_i . При этом, за предельную величину принималось то ее значение, при котором интенсивность напряжений в данной точке превосходит величину предела прочности σ_b металла в ней. Исследования показали, что лимитирующей является величина интенсивности напряжений в закристаллизовавшейся составляющей, примыкающей к фронту кристаллизации σ_i . При этом, она обуславливает максимально возможную величину ε_i на уровне 0,5%.

Следует отметить, что в точках, лежащих на поверхности блюма величина интенсивности напряжений больше на 2 стадии, что объясняется большей деформацией боковых стенок блюма.

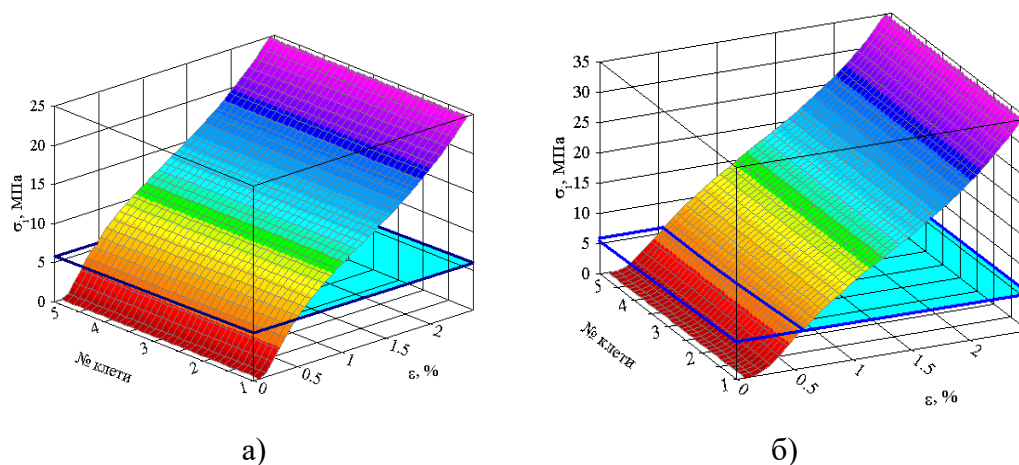


Рисунок 2 - Зависимость величины интенсивности напряжений в лимитирующей точке поперечного сечения непрерывнолитого блюма из стали 09Г2С от относительного обжатия и места приложения деформации на первой (а) и второй (б) стадиях

Вывод. Проведенное компьютерное моделирование нового способа двухстадийного «мягкого» обжатия непрерывнолитых слитков на стадии неполной кристаллизации с помощью метода конечных элементов позволило показать преимущества его применения, и определить предельную величину относительного обжатия ε_i применительно к условиям отливки блюма 335x400 мм.

Список литературы

1. Сотников А.А., Терлецкий С.В., Марушкевич В.Э. Системы мягкого обжатия на машинах непрерывной разливки стали и их влияние на качество макроструктуры заготовок // Литье и металлургия. 2012. № 3 (66). С. 176-178.
2. Маточкин В.А., Терлецкий С.В., Марушкевич В.Э. Системы мягкого обжатия на машинах непрерывной разливки стали и их влияние на качество макроструктуры заготовок // Литье и металлургия. 2010. № 1-2 (54-55). С. 201-203.
3. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.
4. Синельников В.А., Филиппов Г.А. Теория и практика мягкого обжатия при непрерывной разливке (I часть) // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2014. № 3. С. 11-17.

5. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.
6. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // Materials Science Forum, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.
7. Мошкунов В.В., Столяров А.М., Казаков А.С., Буланов Л.В., Юровский Н.А., Черемисин Д.Д. Математическое моделирование процесса мягкого обжатия слябов при непрерывной разливке трубной стали // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 2 (42). С. 69-72.
8. Smurnov, Y.N. Physical and Computer modeling of new soft reduction Process of continuously cast blooms /Y.N. Smurnov, V.A. Belevitin и др.//Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 2015. - 50. - № 6. - P.12-17.
9. Мошкунов В.В., Столяров А.М. Эффективность мягкого обжатия слябовой непрерывно-литой заготовки // Теория и технология металлургического производства. 2012. № 12. С. 78-82.
10. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.
11. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д. Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.
12. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.
13. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.

**ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА «МЯГКОГО» ОБЖАТИЯ
НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО БЛЮМА**

Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Сазонов А.В.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
en_smirnov@i.ua*

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

***Аннотация.** Приведено описание нового двухстадийного способа «мягкого» обжатия непрерывнолитых блюмов и заготовок. Представлены план и методика эксперимента по физическому моделированию двухстадийного обжатия непрерывнолитых блюмов. Приведены наиболее рациональные параметры процесса деформации, которые позволят добиться максимальной эффективности процесса с точки зрения проникновения деформации в середину непрерывнолитого слитка.*

***Ключевые слова:** непрерывнолитой слиток, двухстадийное «мягкое» обжатие, физическое моделирование, температурное подобие, эффективность.*

**PHYSICAL MODELING OF THE PROCESS "SOFT" REDUCTION OF THE
CONTINUOUS CAST BLOOM**

Smyrnov Y.N., Skliar V.A., Sazonov A.V.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The description of a new two-stage method of "soft" reduction of continuously cast blooms and billets is given. The plan and method of experiment on physical modeling of two-stage reduction of continuous-cast blooms are presented. The most rational parameters of the deformation process are given, which will allow to achieve the maximum efficiency of the process in terms of penetration of deformation into the middle of a continuously cast ingot.*

***Keywords:** continuously cast ingot, two-stage "soft" reduction, physical modeling, temperature similarity, efficiency.*

В последнее время с целью повышения качества осевой части непрерывнолитых слитков применяется технология контролируемого вторичного охлаждения, одним из элементов которой является процесс их «мягкого» обжатия на стадии неполной кристаллизации [1, 2].

Для повышения эффективности проникновения деформации в осевую часть слитка,

необходимо увеличивать степень обжатия, что может привести, в свою очередь, к появлению внутренних и поверхностных трещин [3, 4]. Данные недостатки обусловили развитие новых способов реализации процесса «мягкого» обжатия непрерывнолитых слитков [5, 6].

Целью работы является физическое моделирование способа двухстадийного «мягкого» обжатия непрерывнолитых слитков на стадии неполной кристаллизации, обеспечивающего повышение эффективности проникновения деформации в осевую часть непрерывнолитого слитка.

В соответствии с разработанным способом предложено разделить один этап обжатия на две стадии. Причем на первой стадии обжимают центральные участки слитка профилированными валковыми парами первого ряда на ширине которая равняется 80-90% от ширины жидкой фазы со степенью деформации 0.6-1.2%, а на второй стадии обжимают раньше недеформированные краевые участки слитка гладкими валковыми парами второго ряда с перекрытием по ширине грани слитка на величину равную не менее половины прежде недеформированного центрального участка с жидкой фазой со степенью деформации 0.8-1.4% [7].

Для исследования процессов деформации с неравномерным температурным полем используются как математические модели [8, 9], так и физические [10-13]. Для исследования был разработан новый способ, который обеспечивает более качественное достижение подобия в распределении не только температур, но сопротивления материала деформации, по сечению в натурном непрерывнолитом слитке и физической модели. Данное подобие было достигнуто за счет определения гомологической температуры пластилина, при которой он, в достаточной мере, моделирует поведение металла непрерывнолитого слитка в процессе обжатия на стадии неполной кристаллизации.

При планировании эксперимента в качестве факторов были использованы следующие независимые величины: $\varepsilon = \Delta h / h_0$ – относительное обжатие за проход, $A_F = F_0 / F$ – отношение площади отверстия, которое имитирует жидкую фазу, к площади поперечного сечения модели и $\theta = (T_{пл} - T) / T_{пл}$ – отношение разницы температуры плавления $T_{пл}$ и температуры внешней поверхности физической модели T к температуре плавления.

Уровни и интервалы варьирования факторов предоставлены в табл. 1. Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены полые пластилиновые физические модели, которые в масштабе 1:10, имитировали непрерывнолитой блюм сечением 335x400 мм. Размеры внутренней полости, которая моделирует двухфазную область, соответствовали размерам полости непрерывнолитого блюма на уровне 13, 15 и 17 метров металлургической длины слитка.

Таблица 1 – Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы	Интервал варьирования	Основной уровень (0)	Верхний уровень (+1)	Нижний уровень (-1)
$\varepsilon=\Delta h/H_0$	0,025	0,055	0,080	0,030
$A_F=F_0/F$	0,016	0,098	0,114	0,082
$\theta=(T_{пл}-T)/T_{пл}$	0,046	0,300	0,346	0,254

Эксперимент проводился в следующей последовательности: сначала физическую модель помещали в экспериментальную установку, где формировалось ее необходимое тепловое состояние. В дальнейшем физическую модель прокатывали на лабораторном стане, обмеряли и фотографировали.

Прокатку физической модели осуществляли в две стадии. В первом проходе обжималась центральная часть слитка на необходимой ширине, а во втором боковые участки. В обоих случаях физическая модель прокатывалась с получением недоката, чтобы получить в дальнейшем распределение деформаций и напряжений. Для проведения эксперимента использовался специально изготовленный комплект валков, позволяющий поэтапно деформировать физическую модель на первой и второй стадиях процесса. Конструкция вала предусматривала регулировку ширины обжимаемого участка на второй стадии.

Для оценки эффективности разработанного способа двухстадийного «мягкого» обжатия непрерывнолитых блюмов определялся критериальный коэффициент с использованием следующего выражения:

$$K_{эф} = 100 - \frac{\Delta b_{ж} / \Delta h_{ж}}{\Delta V_{деф} / V_0} \quad (1)$$

где $\Delta b_{ж}$ – относительное уширение жидкой фазы за две стадии, мм;

$\Delta h_{ж}$ – относительное обжатие жидкой фазы за две стадии, мм;

$\Delta V_{деф}$ – величина смещенного объема за две стадии на единичной длине блюма, мм³;

V_0 – объем блюма единичной длины, мм³.

Как следует из выражения (1), наиболее эффективным будет та схема деформирования, при которой высотная деформация двухфазной области будет максимальной, а уширение минимальным. При этом, чем больше доля проникновения высотной деформации, тем большая вероятность разрушения «мостов» дендритов.

По результатам обработки экспериментальных данных были получены графические зависимости коэффициента эффективности от управляющих факторов. В

частности, зависимость коэффициента эффективности от управляющего фактора «Относительное обжатие ε » приведена на рисунке 1.

Анализ полученных зависимостей показывает, что при увеличении степени обжатия ε во всем интервале исследуемых значений эффективность процесса возрастает.

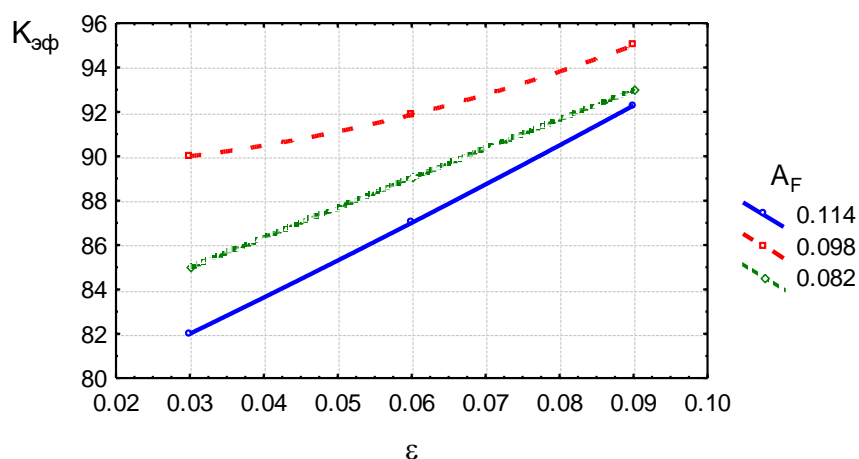


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента эффективности $K_{эф}$ от управляющего фактора «Относительное обжатие ε » при $\theta = 0,300$

А в интервале варьирования величины A_F наблюдается максимум эффективности, который соответствует середине интервала ($A_F = 0,111$).

Такой характер зависимости коэффициента эффективности $K_{эф}$ от фактора A_F можно объяснить следующим образом. При максимальном значении A_F (содержание жидко-твердой фазы максимально) высотная деформация хорошо проникает в середину непрерывнолитого слитка. Однако, более тонкие боковые стенки непрерывнолитого слитка легче подвержены изгибу, что приводит к повышенному уширению двухфазной области. Таким образом, в достаточной мере происходит разрушение «мостов» дендритов, которые мешают движению расплава. Вместе с тем, само вытеснение данного расплава из области окончательного затвердевания происходит в недостаточной мере.

С уменьшением доли жидко-твердой фазы, уменьшается и величина проникновения высотной деформации за счет увеличения толщины закристаллизовавшейся оболочки непрерывнолитого слитка. В тоже время, увеличение толщины боковых стенок слитка приводит к меньшему уширению двухфазной области за счет чего и повышается эффективность процесса в целом. Когда содержание жидко-твердой фазы минимально ($A_F = 0,082$), высотная деформация проникает в середину слитка в уже недостаточной мере т.к. деформация локализуется в приконтактных областях, что приводит к уменьшению эффективности процесса.

Также следует отметить, что с увеличением градиента температур θ эффективность процесса несколько увеличивается. Повышение эффективности с увеличением градиента температур θ связано с особенностями деформации слитка на второй стадии, когда происходит деформация краевых участков бляма. В этом случае более низкая температура поверхности (и, соответственно, более высокое сопротивление деформации), способствует вовлечению в процесс деформации осевой части бляма. В этом случае деформация в большей степени проникает в центральную часть слитка.

Вывод. В результате эксперимента с использованием физических моделей определены наиболее рациональные параметры процесса двухстадийного «мягкого» обжата непрерывнолитых слитков, которые обеспечивают максимальную эффективность. Раскрыты механизм проникновения деформации в середину непрерывнолитого слитка при реализации процесса двухфазного обжата.

Список литературы

1. Мошкунов В.В., Столяров А.М. Эффективность мягкого обжата слябовой непрерывно-литой заготовки // Теория и технология металлургического производства. 2012. № 12. С. 78-82.
2. Смирнов Е.Н., Ручко В.Н., Коваленко С.А., Скляр В.А. Моделирование НДС непрерывнолитой сортовой заготовки в тянуще-правильной машине МНЛЗ // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 139-146.
3. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Скляр // Современная металлургия нового тысячелетия сб. науч. тр. Международной науч. практ. конф. 8-11 декабря 2015 г. Часть 1. Липецк: Изд-во ЛГТУ, 2015. – С. 290 – 295.
4. Скляр В.А. Деформационное состояние в процессе прокатки квадратного подката в овальном калибре в клетях черновой группы непрерывного сортового стана / В.А. Скляр Т.Д Самойлова // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Том I, 23-25 ноября 2016 г. - С. 124-131.
5. Сотников А.А., Терлецкий С.В., Марушкевич В.Э. Системы мягкого обжата на машинах непрерывной разливки стали и их влияние на качество макроструктуры заготовок // Литье и металлургия. 2012. № 3 (66). С. 176-178.

6. Синельников В.А., Филиппов Г.А. Теория и практика мягкого обжатия при непрерывной разливке (I часть) // Проблемы черной металлургии и материаловедения. 2014. № 3. С. 11-17.
7. Smirnov Y., Sklyar V. Features of deformation of partly crystallization blooms at their two-stage soft reduction // Materials Science Forum, 2012. - Т. 704-705. - С. 1-5.
8. Скляр В.А., Сотников Ф.Ю. Численное моделирование теплового состояния непрерывнолитых слитков в двухфазном состоянии // В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 2016. - С. 132-139.
9. Мошкунов В.В., Столяров А.М., Казаков А.С., Буланов Л.В., Юровский Н.А., Черемисин Д.Д. Математическое моделирование процесса мягкого обжатия слэбов при непрерывной разливке трубной стали // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2013. № 2 (42). С. 69-72.
10. Минаев, А.А. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А.А.Минаев, В.А. Белевитин, Е.Н.Смирнов, О.С.Савицкий // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – №6. – С.20–24.
11. Минаев, А. А. Скорость течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №11-12. - С. 22-25.
12. Минаев, А. А. Демонотонность пластического формоизменения при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1993. - №6. - С. 34-37.
13. Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Снитко С.А., Белевитин В.А. Исследование формоизменения и напряженно-деформированного состояния непрерывнолитой заготовки с дефектом формы "ромбичность" в процессе прокатки в прямоугольных калибрах // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 147-152.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВТОРИЧНОГО ОКИСЛЕНИЯ
ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА ВЕСОВЫМ МЕТОДОМ**

Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Кожухов А.А., Махмудов Д.Д.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
uked@yandex.ru, +7-910-327-80-94*

***Аннотация.** В данной работе использовался весовой метод исследования вторичного окисления металлического железа. Рассмотрены два способа снижения скорости вторичного окисления в ГБЖ. Установлено, что в абсолютно сухом брикете скорость вторичного окисления незначительна.*

***Ключевые слова:** горячебрикетированное железо, окисление, сушка, покрытие, время.*

**A STUDY OF THE PROCESS OF SECONDARY OXIDATION OF HBI BY THE
GRAVIMETRIC METHOD**

Timofeeva A.S., Nikitchenko T.V., Kozhukhov A.A., Makhmudov, D.D.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** In this paper, we used a weight method for the study of secondary oxidation of metallic iron. Two methods of reducing the rate of secondary oxidation in HBI are considered. It was found that in a completely dry briquette the rate of secondary oxidation is negligible.*

***Keywords:** hot-briquetted iron, oxidation, drying, coating, time.*

В современном металлургическом производстве учитываются различные факторы, влияющие на качество получаемого металлургического продукта. Важнейшей тенденцией развития современной металлургии является широкое развитие процессов прямого получения железа, что диктуется требованиями экологической безопасности к промышленным производствам [1,2].

Вопросы перемещения металлизированных окатышей требуют специального внимания, так как из-за пористости и большой удельной поверхности они склонны к окислению и даже иногда к самовозгоранию. Увеличение вторичного окисления окатышей повышает содержание окислов железа и уменьшает степень металлизации. Одним из способов уменьшения степени металлизации в результате вторичного окисления железа является горячее брикетирование металлизированных окатышей. За счет

устранения пор происходит уплотнение окатышей. Но в процессах транспортировки при воздействии ударных и давящих сил брикет разрушается, в результате появляется дополнительная поверхность и открываются поры, ранее скрытые, что вызывает процесс ускорения окисления железа. И чем мельче образуются куски после разрушения брикета, тем больше становится скорость окисления железа [3].

На кафедре металлургии и металловедения проводились исследования по определению вторичного окисления горячебрикетированного железа. Исследовалось три вида брикетов, взятых с конвейера одной партии производства: 1 – после охлаждения водяными струями был высушен в печи при температуре 100°C, 2 – после охлаждения водяными струями, подсушенный на воздухе, 3 – имел покрытие, нанесенное на поверхность кисточкой. Была определена масса каждого брикета с помощью аналитических весов. Затем брикеты были уложены на пластмассовую тарелку (см. рис. 1), где и находились в течение месяца. Через каждые 12 часов снимались показания весов по массе каждого из брикетов.



Рисунок 1 – Брикеты для исследования вторичного окисления

При окислении брикетов масса их должна увеличиваться, так как дополнительно с железом вступает в реакцию кислород и, тем самым, увеличивает массу брикетов. При этом чистого железа должно быть меньше, из-за чего металлизированный продукт теряет свои металлургические свойства. По измеренным данным массы брикетов в течение месяца, определяли разность изменения массы каждого брикета через 12 часов.

На рисунке 2 представлено изменение масс различных брикетов за 576 часов эксперимента.

Если сравнивать изменение масс брикетов в течение первых 18 суток (216 часов), то можно заключить, что массы изменялись в сторону уменьшения обычного брикета и с

покрытием, в то время как у брикета просушенного масса практически не изменялась. Дело в том, что в брикете после процесса охлаждения водой, и в брикете с покрытием оставалось какое-то количество, поэтому в первые 18 суток из брикетов испарялась влага. Но в просушенном брикете не было влаги, поэтому и масса оставалась неизменной. Для данного брикета и не было увеличения массы его, то есть, вероятно, не было и окисления. Это может быть связано с образованием окислительной пленки во время сушки, которая и мешала проникновению кислорода внутрь брикета.

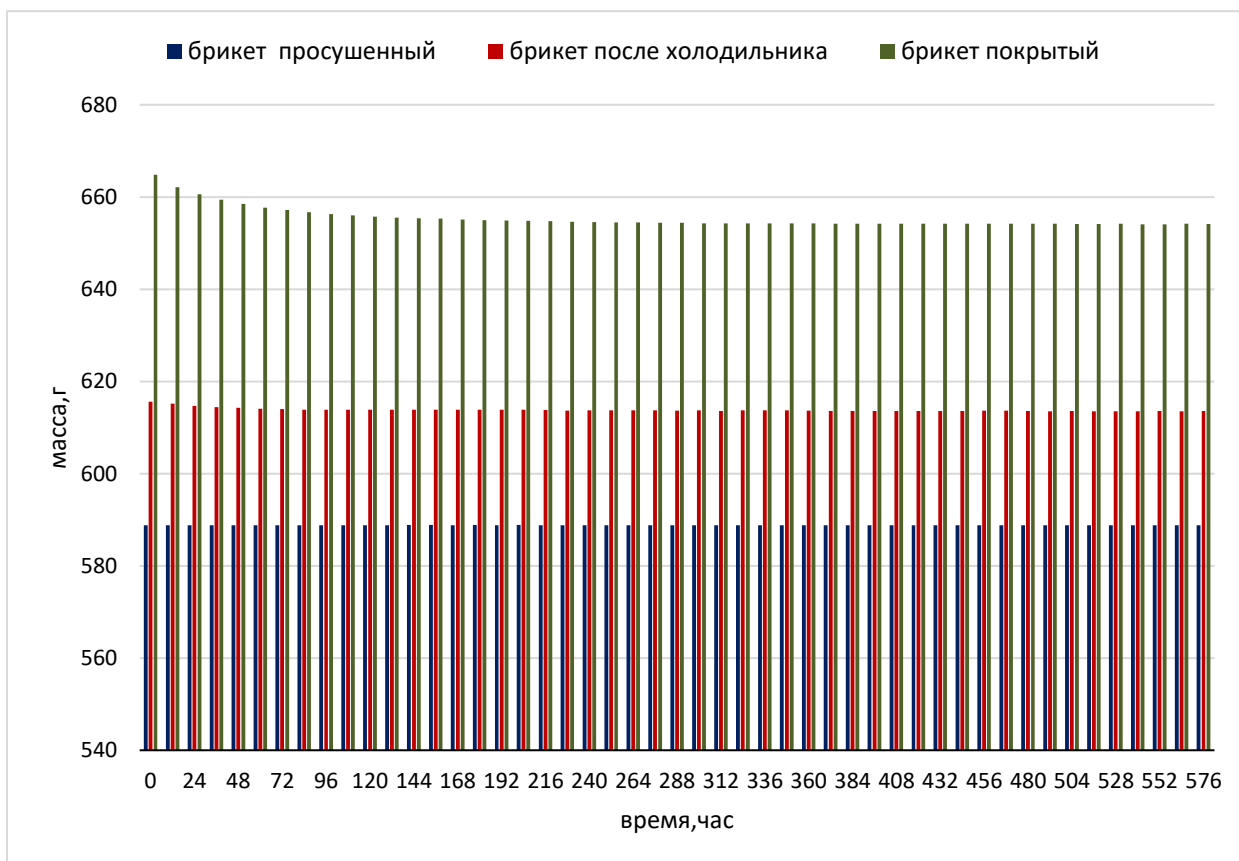


Рисунок 2 – Изменение массы брикетов в течение 576 часов

Если же говорить о двух других брикетах, то, видимо, брикеты одновременно окислялись и из них испарялась влага. Если же сравнивать брикет обычный и покрытый, то увеличение массы для обычного брикета происходит гораздо чаще, хотя и незначительно, чем для покрытого, значит, покрытие мешает окислению брикета.

Изменение массы брикетов с течением времени несколько отличается. Так, за 240 часов высушенный брикет изменил свою массу на 0,2г, можно предположить, что окисление увеличило массу брикета на 0,04%.

Большее изменение претерпели брикеты покрытые ПВА, так как ПВА тоже было разведено водой и поэтому количество воды для 3 брикета должно испариться больше, но

так как поры брикета в основном закрыты, то испарение происходило не сразу, как во втором брикете. Уменьшение массы составило 9,9г или 1,49%. Для второго брикета уменьшение массы составило 1,7г или 0,28%.

Результаты химического анализа брикетов показали, что начальное содержание железа металлического составляло 86,32%. После эксперимента было определено, что содержание железа металлического в 1 брикете - 86,32%, во втором - 85,63% и в третьем - 85,92%. Таким образом, покрытие с использованием водной основы не предотвращает окисление металлического железа, следовательно необходимо искать другой способ.

Список литературы

1. Уменьшение пылевыведения при транспортировке металлизированного сырья/ А.С. Тимофеева и др.// Известия ЮФУ. Технические науки. – 2004. - №5 – С. 126-130
2. Новые процессы получения металла (металлургия железа): учебник для вузов// Ю.С. Юсфин, А.А. Гиммельфарб, Н.Ф. Пашков Изд-во –М.: Metallurgia, 1994. - 320с.
3. Никитченко, Т. В. Исследование и разработка технологии производства горячебрикетированного железа из концентратов КМА на промышленной установке металлизации НУЛ-III: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 24.06.04 / Никитченко Татьяна Владимировна. –Липецк, 2007.- 167 с.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУТЕРОВКИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША
БЛЮМОВОЙ МНЛЗ ЭСПЦ АО «ОЭМК» С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ЕЕ
ДОЛГОВЕЧНОСТИ**

Торопкина Н.М., Скляр В.А.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
makshanova-natasha@mail.ru*

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42

***Аннотация.** Представлены результаты теплотехнических расчетов, которые выполнены для обоснования увеличения толщины футеровки рабочего слоя. Показано что увеличение футеровки рабочего слоя позволит увеличить ее стойкость и сократит расход огнеупорных материалов. Приведены результаты гидродинамического моделирования потоков стали в ковше с целью проработки возможности циклического изменения уровня металла в промежуточном ковше.*

***Ключевые слова:** промежуточный ковш, МНЛЗ, футеровка, огнеупорные материалы, моделирование.*

**IMPROVEMENT OF THE LINING OF TUNDISH OF BLOOMING CCM JSC
"ОЕМК" WITH THE AIM OF INCREASING ITS DURABILITY**

Toropkina N.M. Skliar V.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

***Abstract.** The results of thermal engineering calculations, which are performed to justify the increase in the thickness of the working layer lining, are presented. It is shown that the increase the working layer of lining will increase its durability and reduce the consumption of refractory materials. The results of hydrodynamic modeling of steel flows in the ladle in order to study the possibility of cyclic changes in the metal level in the tundish are presented.*

***Keywords:** tundish, continuous casting machine, lining, refractory materials, modeling.*

Задачи повышения эффективности и снижения себестоимости готового продукта, насущны для всех металлургических организаций и часто усиливаются в переломный момент в экономике, поэтому систематическое и прогрессивное дело по их урегулированию никогда не заканчиваются. В технологическом ряду сталеплавильного производства АО «ОЭМК» одним из главных элементов, считается машина непрерывного

литья заготовок. В свою очередь промежуточный ковш, считается одним из главных элементов машины непрерывного литья заготовок [1-4]. При исследовании работы промежуточного ковша выявлено, что первой из ограничивающих причин значится прочность огнеупорной футеровки данного ковша, то есть рабочий и арматурный слой [5].

Так, с повышением серийности разливки стали, увеличивается вероятность износа рабочего слоя футеровки по шлаковому поясу, что приводит к соприкосновению находящегося в промежуточном ковше металла с арматурным слоем футеровки, такой контакт приводит к износу арматурного слоя футеровки, а также к загрязнению металла неметаллическими включениями. Так как целостность монолитной футеровки нарушена – это приводит к снижению прочности всего промежуточного ковша.

Применение специальных огнеупорных торкрет-масс позволяет повысить прочность рабочего слоя футеровки промежуточного ковша [6, 7].

В данной работе проведен сравнительный анализ влияния изменения толщины рабочего слоя футеровки, подбор огнеупорных материалов с более высоким коэффициентом теплопроводности, моделирование гидродинамических процессов в промежуточном ковше с целью увеличения долговечности футеровки.

При уровне наполняемости от 0,7 до 0,8 м необходимо, чтобы вместимость составляла 25 т, для четырехручьевых промежуточных ковшей. Важное значение имеет время пребывания металла в промежуточном ковше, без поступлений.

По технологии функций промежуточного ковша, рабочий слой наносится способом жидкого набрызгивания на арматурный слой и способен выдержать только одну серию плавов. Для шестиручьевых машин непрерывного литья заготовок серия составляет не более семнадцати плавов, для четырехручьевых – не более десяти плавов.

Торкрет-масса представляет собой порошок, который смешивают с водой до однородной массы в торкрет-машине. Из торкрет-машины, через сопло, готовый раствор наносится на арматурный слой подогретый до восьмидесяти градусов. Толщина рабочего слоя зависит от продолжительности цикла разливки.

Для создания наиболее лучших условий для схватывания рабочего слоя с арматурным, а также для удаления отработанного материала, толщина рабочего слоя должна быть не меньше тридцати миллиметров.

Исходя из того, что выбранный специалистами АО «ОЭМК» огнеупорный материал оптимален в работе, предложено увеличить толщину рабочего слоя футеровки и проанализировать полученные результаты.

Расчеты, выполненные по стандартной теплофизической методике показали, что увеличение толщины рабочего слоя приведет к снижению температур слоев (см. рисунок 1), а значит к снижению уровня термических напряжений.

При увеличении толщины рабочего слоя футеровки стен и днища промежуточного ковша на 5 мм, плотность теплового потока снижается в среднем на 30 Вт/м², средняя температура рабочего слоя снижается на 7 °С, средняя температура арматурного слоя снижается на 10 °С, а средняя температура теплоизоляционного слоя футеровки снижается на 5 - 6 °С. Это позволит увеличить количество плавков, которые выдерживает рабочий слой на 1 плавку на каждые 10 мм рабочего слоя (см таблицу 1). Это позволит снизить расход футеровочного материала по рабочему и арматурному слою.

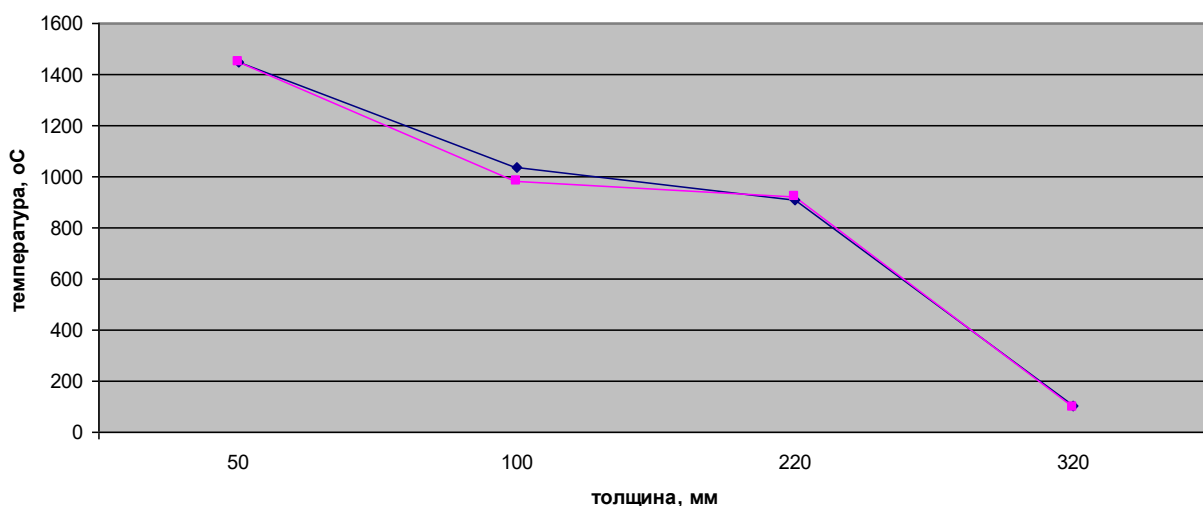


Рисунок 1 – Распределение температуры на границах слоев

Таблица – 1 Влияние изменения толщины рабочего слоя на расход огнеупорных материалов для футеровки промежуточного ковша

толщина слоя, м	T _{ср} слоев, °С		Кол-во плавков по слоям		Расход материала по слоям, кг	
	Рабочий	Арматурный	Рабочий	Арматурный	Рабочий	Арматурный
0,07	1289	1059	7	550	2,93	0,080
0,08	1273	1027	8	567	2,77	0,077
0,09	1257	998	9	583	2,65	0,075
0,10	1242	970	10	600	2,56	0,073
0,11	1228	944	11	617	2,48	0,071
0,12	1215	920	12	633	2,42	0,069
0,13	1202	897	13	649	2,36	0,068

Известно, что максимальный износ по высоте стенки промежуточного ковша наблюдается в шлаковом поясе, поскольку шлак оказывает агрессивное воздействие на

материал футеровки. Поэтому цикличное изменение уровня металла в промежуточном ковше (а значит и шлака) позволит способствовать более равномерному износу футеровки в шлаковом поясе, что в свою очередь, положительно скажется на ее долговечности.

Для того чтобы выяснить, как будет влиять изменение уровня металла на гидродинамические процессы в промежуточном ковше, было произведено физическое моделирование с использованием лабораторной установки [8-11]. В качестве моделирующей жидкости использовалась вода. Высота жидкости в модели ковша принималась на уровне 20, 19,5 и 19 см, что соответствует уровню металла в оригинальном промежуточном ковше 800, 780 и 760 мм. В качестве красителя использовалась «синька».

Результаты моделирования показали, что изменение уровня жидкости оказывает влияние на распределение потоков в объеме промежуточного ковша: с уменьшением уровня жидкости потоки быстрее достигают верха, отражаются от него и устремляются ко дну. Анализ времени, необходимого для того, чтобы поток жидкости достиг выходных отверстий ковша представлен в таблице 2.

Как видно с уменьшением уровня жидкости, время, необходимое для того, чтобы поток металла достиг сливных отверстий сокращается. Данный факт будет отрицательно влиять на удаление неметаллических включений из жидкой стали. Поэтому использовать циклическое изменение уровня металла в промежуточном ковше следует с осторожностью и в те периоды разливки, когда уровень поступающих неметаллических включений со сталью минимален.

Таблица 2 – Время (с), необходимое для достижения выходных отверстий промежуточного ковша

Уровень жидкости, см	Центральные отверстия, с	Периферийные отверстия, с
20	10	22
19,5	9	20
19	7	19

Вывод. Увеличение толщины рабочего слоя футеровки промежуточного ковша на 20 мм, приведет к увеличению числа плавков на 20 %, снизит среднюю температуру в арматурном слое футеровки и соответственно увеличит стойкость данного слоя на 5,5 %.

Список литературы

1. Еронько С.П., Ткачев М.Ю. Разработка и исследование импортозамещающих разливочных систем промежуточных ковшей слабовых МНЛЗ // Черная металлургия. 2016. № 3 (1395). С. 62-70.

2. Смирнов А.Н., Куберский С.В., Проценко М.Ю., Кулиш Ю.Ю. Развитие функциональных и технологических возможностей промежуточных ковшей современных МНЛЗ // Черная металлургия. 2016. № 6 (1398). С. 42-49.
3. Дымченко, Е.Н., Лапшина, Т.В., Черненко, С.П., Коваленко, А.Г. Пути повышения стойкости промежуточных ковшей / Е.Н. Дымченко // Новые огнеупоры. - 2008. - №2. - С. 6-8.
4. Еронько С.П., Цупрун А.Ю., Дубойский К.В., Яковлев Д.А., Бедарев С.А. Совершенствование разливочных систем промежуточных ковшей МНЛЗ // Электromеталлургия. 2009. № 7. С. 37-43.
5. Дюльдина, Э.В., Селиванов, В.Н., Гельчинский, Б.Р., Рыбалко, О.Ф., Лозовский, Е.П., Коротин, А.В. Изменение рабочего слоя футеровки промежуточного ковша МНЛЗ в процессе непрерывной разливки стали / Э.В. Дюльдина // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. - 2013. - №1. - С. 23-26.
6. Морозов, Г.И., Бокарев, С.П., Бондарев, С.С., Андриющенко, А.В. Футеровка промежуточного ковша сухими огнеупорными торкрет-массами / Г.И. Морозов // Черная металлургия. - 2015. - №5. - С. 71-75.
7. Оленченко, А.В., Носовец, А.И., Михалькова, В.Т. Испытание торкрет-масс в футеровке промежуточных ковшей МНЛЗ / А.В. Оленченко // Новые огнеупоры. - 2006. - №5. - С. 5-7.
8. Смирнов А.Н., Подкорытов А.Л., Кравченко А.В., Климов В.Г., Соловых С.Г. Оптимизация потоков стали в промежуточном ковше при разливке сверхдлинными сериями на многоручьевых сортовых МНЛЗ // Электromеталлургия. 2011. № 6. С. 13-17.
9. Еронько С.П., Золотухин В.И., Ткачев М.Ю., Провоторов Д.А., Ошовская Е.В. Модельные исследования изменения гидродинамики потоков стали в кристаллизаторе слябовой МНЛЗ во время замены погружных стаканов // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2018. Т. 61. № 7. С. 520-526.
10. Смирнов А.Н., Подкорытов А.Л., Кравченко А.В. Оптимизация движения конвективных потоков в промежуточных ковшах многоручьевых МНЛЗ при разливке сверхдлинными сериями // Черная металлургия. 2012. № 11 (1355). С. 39-42.
11. Еронько С.П., Ошовская Е.В., Штепан Е.В., Мечик С.В., Бедарев С.А. Опыт и перспективы физического моделирования гидродинамики потоков металла в ванне промежуточного ковша МНЛЗ // Металлургические процессы и оборудование. 2009. № 4 (18). С. 20-32.

РАСЧЕТНЫЙ АЛГОРИТМ АДАПТАЦИИ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ К ПЕРЕХОДУ НА НОВОЕ ТОПЛИВО

Чмырев И.Н., Захаров Е.С.

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», Россия, г. Липецк

chmyrevin@yandex.ru, +7-915-854-45-41

79192560299@yandex.ru

Липецк, 398070, ул. Политехническая, 5, 28

***Аннотация.** Разработаны подходы и расчетный алгоритм для перевода методической нагревательной печи прокатного стана на новый вид топлива. Для расчетов использована оригинальная математическая модель процесса нагрева металла.*

***Ключевые слова:** методическая печь, зона нагрева, топливо, режим нагрева, факел, излучение, горелка, рекуператор.*

CALCULATION ALGORITHM OF ADAPTATION OF THE HEATING FURNACE TO THE TRANSITION TO NEW FUEL

Chmyrev I.N., Zakharov E.S.

Lipetsk State Technical University, Russia, Lipetsk

***Abstract.** Approaches and calculation algorithm for transfer of the methodical heating furnace of rolling mill to a new type of fuel are developed. The original mathematical model of the metal heating process is used for calculations.*

***Keywords:** reheating furnace, zone heating, fuel, heat, flame, radiation, burner, heat exchanger.*

Энергоносители традиционно занимают существенное место в себестоимости продукции металлургической промышленности. В связи с постоянным увеличением стоимости на природный газ, нефтепродукты, электроэнергию, проблема экономного использования энергетических ресурсов всегда остается актуальной.

Нагрев металла перед прокаткой является неотъемлемой и важнейшей стадией технологического процесса, определяющей качество и себестоимость продукции. На нагрев металла при производстве горячего проката тратиться до 20% всех энергоресурсов, потребляемых металлургическим предприятием.

К топливу для промышленных нагревательных и термических печей предъявляются более разнообразные и высокие требования, чем к топливу для котлов,

сушильных установок и других тепловых агрегатов. Это объясняется тем, что печи являются одновременно тепловыми и технологическими агрегатами и используемое в них топливо должно не только эффективно сжигаться, но и обеспечивать нормальное проведение технологических процессов. Наиболее часто для отопления методических нагревательных печей прокатных станов металлургических заводов используют газообразное топливо. В зависимости от схемы производства и потребления предприятием вторичных энергетических ресурсов такие печные агрегаты могут отапливаться как чистым природным газом, так в смеси с доменным, конвертерным, коксовым и др. газами. Следует иметь в виду, что в течении срока эксплуатации методической печи ситуация с потреблением топливных газов на предприятии может меняться и приходится переводить агрегат на другую топливную смесь. При этом целесообразно иметь под рукой вычислительный аппарат, позволяющий оценить масштаб режимных и конструктивных изменений.

В настоящей работе сделана попытка расчетной оценки мероприятий необходимых для организации работы печи на трех видах топлива. В качестве примера была рассмотрена методическая печь с шагающими балками широкополосного прокатного стана, рекуперативная, одиннадцатизонная, двухрядная, с двухсторонним нагревом, со сводовыми горелками вверху и боковыми внизу, торцевым посадом и выдачей и с максимальной производительностью 320 т/час.

Для сравнительной оценки и проверки работоспособности методики выбраны три вида топлива: природно-доменная смесь газов, чистый природный газ, и природно-конвертерная смесь. Составы газов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы газов, %

Вид смеси	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	CO ₂	N ₂	H ₂ O	CO	H ₂
Природно-доменная смесь	44,7	1,1	0,4	11,8	24,3	1,3	12,3	4,1
Природный газ	95,5	2,4	0,9	0,3	0,8	0,1	-	-
Природно-конвертерная смесь	66,4	1,7	0,7	6,7	8,7	0,8	14,9	0,1

По результатам сравнительного расчета процессов горения топливных смесей провели сравнительный анализ основных показателей, приведенных в таблице 2.

Анализируя результаты расчетов горения топлива можно отметить увеличение удельных расходов воздуха и продуктов сгорания, с ростом калорийности топлива. При

использовании в качестве топлива природно-конвертерной смеси степень черноты продуктов сгорания несколько выше, чем в вариантах с природно-доменной смесью и чистым природным газом. Достаточно сильно отличается плотность потока излучения от факела, однако ожидать серьезного изменения результирующего потока излучения на металл не следует, поскольку реальное излучение в зоне включает в себя еще и излучение кладки.

Таблица 2 – Показатели горения

Расчетный параметр	Природно-доменная смесь	Природный газ	Природно-конвертерная смесь
Удельный расход воздуха, м ³ /м ³	4,9	9,7	7,1
Удельный расход продуктов сгорания, м ³ /м ³	5,9	10,7	8,1
Степень черноты продуктов сгорания	0,41	0,41	0,44
Калориметрическая температура горения, °С	1942	2044	2017
Плотность потока излучения от факела, Вт/м ²	521029	623771	607205

Для сравнения технико-экономических показателей работы печи на различном топливе использовали разработанную в ЛГТУ математическую модель нагрева металла, адаптированную к условиям конкретной методической печи [1-3]. В основе расчёта двумерная математическая модель, в которой отдельные зоны печи рассмотрены, как поверхностный излучатель с температурой, соответствующей показаниям зонной термопары. Эффективная степень черноты зоны определяли на основании опытных данных. Неравномерность эффективного излучения по длине зоны учитывали экспериментальной безразмерной функцией распределения. Теплообмен на участке контакта рейтера с нижней поверхностью металла описывали с помощью эмпирических зависимостей [4].

Зональные расходы топлива определяли с помощью составления тепловых балансов для каждой зоны, при предварительно рассчитанной температуре металла.

Сравнение результатов расчетов технико-экономических показателей работы печи при различных топливных смесях представлены в таблице 3.

Сравнивая технико-экономические показатели работы печи на разных видах топлива, можно отметить существенную разницу в расходах газа на печь, незначительную разницу в расходах условного топлива количестве продуктов сгорания. Кроме того стоит

выделить отсутствие разницы в расходах воздуха на печь, что при заметной разнице удельных расходов воздуха, объясняется пропорциональным изменением расходов топлива.

Таблица 3 – Техничко-экономических показатели работы печи при работе на разном топливе

Показатель/топливо	Природно-доменная смесь	Природный газ	Природно-конвертерная смесь
Расход топлива, тыс. нм ³ /ч	16	8	11
Расход воздуха, тыс. нм ³ /ч	80	80	80
Расход продуктов горения тыс. нм ³ /ч	93	87	95
Расход природного газа*, тыс. нм ³ /ч	7,1	8	7,3
Расход условного топлива, кг/т металла	46	45	47

*при содержании в смеси с доменным – 46%; с конвертерным – 70%

Наиболее уязвимыми узлами печи при изменении состава топлива являются горелки и воздушный рекуператор. Одним из важных параметров горения являются условия образования факела, которые в свою очередь определяются скоростями выхода газа и воздуха из устья горелки. С целью сохранения условий смесеобразования при изменении топлива, были определены скорости выхода газа из газового сопла горелок для различных режимов работы, после чего подобраны диаметры газовых сопел, позволяющие обеспечить оптимальные для данных типов горелок. Результаты расчета диаметров сопел горелок для зон печи представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчетные диаметр сопел горелок, мм

Зона/топливо	Природно-доменная смесь	Природный газ	Природно-конвертерная смесь
Предварительный нагрев верх	80	58	67
Предварительный нагрев низ	73	60	65
Нагрев 1 верх	80	56	68
Нагрев 1 низ	57	47	51
Нагрев 2 верх	80	56	68
Нагрев 2 низ	74	60	68
Выравнивание верх/низ	64/57	45/47	55/51

Для металлического прямотрубного рекуператора провели расчет температуры нагрева воздуха при низкой, средней и высокой производительности печи (режимы 1, 2 и

3, соответственно). Результаты представлены в таблице 5.

Результаты расчета рекуператора позволяют сделать выводы о практически равных возможностях работы существующего рекуператора, при использовании рассмотренных вариантов топлива, что говорит об отсутствии необходимости его реконструкции при возможной замене топлива.

Таблица 5 – Сравнение температуры подогрева воздуха

	Природно-доменная смесь	Природный газ	Природно-конвертерная смесь
Режим 1	467	444	480
Режим 2	437	413	451
Режим 3	432	407	448

Таким образом, в результате расчетов установлено, что в пределах рассмотренных диапазонов изменения состава топлива из-за изменения степени черноты и температуры факела имеет место значительные колебания теплового потока от факела. С учетом того, что в методических нагревательных печах, особенно в верхних зонах реализован косвенный направленный режим лучистого теплообмена, влияние излучательной способности факела может быть не столь велика. Поэтому при переходе на топливо с существенно измененным составом необходима корректировка режимов нагрева и использованием методов контактного измерения температуры слябов.

Предложена методика расчета конструктивных изменений горелочных устройств, при значительном изменении состава топлива. Для выбранных сравнительных вариантов состава топлива подобраны диаметры горелочных сопел.

Скорректирована известная методика расчета рекуператора. Для базовой конструкции рекуператора проанализировано влияние изменения состава топлива на температуру воздуха горения. Установлено, что изменение температуры воздуха горения несущественно и не может повлиять на работу печи.

Список литературы

1. Дождиков В.И., Мордовкин Д.С., Чмырев И.Н. Распределение тепловой мощности по зонам нагревательной методической печи//Сталь. 2011. № 7. С. 113.
2. Дождиков В.И., Чмырев И.Н., Мордовкин Д.С. Дождиков В.И., Чмырёв И.Н., Воробьев Р.А., Мордовкин Д.С. Особенности проектирования и реализации технологии нагрева металла перед горячей прокаткой//Вести высших учебных заведений Черноземья. 2011. № 4 (26). С. 42-47.

3. Дождиков В.И., Чмырев И.Н., Мордовкин Д.С. Анализ особенностей оптимальных режимов нагрева заготовок перед прокаткой// Черная металлургия. 2008. № 10 (1306). С. 46-50.

4. Башкатов Д.А., Дождиков В.И., Мордовкин Д.С., Чмырев И.Н. Влияние опорной системы печей с шагающими балками на особенности теплового состояния нагреваемых слябов//Черная металлургия. 2016. № 11 (1403). С. 63-66.

ПОДБОР СОСТАВА ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА ДЛЯ СТАКАН-ДОЗАТОРА

Шишкин В.Д., Тимофеева А.С., Фирсовская Е.В., Паринова А.С.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол
slavon.shishkin@mail.ru, +7-915-579-12-48*

Аннотация. В данной статье была проведена работа над подбором состава огнеупорного бетона для производства стакан-дозатора. Огнеупорный бетон для изготовления стакан-дозаторов будет на основе электрокорунда, т.к. он имеет температуру плавления 1700°C.

Ключевые слова: огнеупорный бетон, стакан-дозатор, электрокорунд.

SELECTION OF THE COMPOSITION OF REFRACTORY CONCRETE FOR THE GLASS BATCHER

Shishkin V.D., Timofeeva A.S., Firsowska E.V. Parinova A.S.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. In this article, work was carried out on the selection of the composition of refractory concrete for the production of glass-dispenser. Refractory concrete for the manufacture of glass-dispensers will be based on electrocorundum, because it has a melting point of 1700°C.

Keywords: refractory concrete, glass-dispenser, electrocorundum.

Очень важная часть в промежуточном ковше стальной печи является стакан-дозатор. Была поставлена задача подобрать состав огнеупорного бетона для производства стакан-дозаторов. Он должен соответствовать основным требованиям, предъявляемым к данному бетону. Данный бетон будет производиться из электрокорунда, это связано с тем, что холдинг «НК-Теплохиммонтаж» работает только на алюмосиликатных огнеупорах. А также бетоны на основе электрокорунда имеют температуру плавления от 1700°C. Данный бетон будет применяться для изготовления важных изделий, которые подвергаются высокой нагрузке и эксплуатируются в жестких условиях.

Для получения стакана дозатора с использованием зернового состава электрокорунда состава (огнеупорный наполнитель) были разработаны методики исследований данного наполнителя и проведены по ним эксперименты. Подобрано три

состава огнеупорного бетона на основе электрокорунда и с ними проведены исследования для выявления наиболее выгодного для применения в условиях АО «ОЭМК».

Были изготовлены образцы и проведены следующие эксперименты.

Определение остаточных изменений размеров при нагреве при нагреве огнеупорного бетона. Были взяты по два образца размерами 70x70x70мм каждого состава для проведения испытаний. Образцы трех составов прошли сушку при 110°C и обжиг 1300°C. Размеры образцов до и после эксперимента представлены на рисунках 1 и 2, а результаты представлены на рисунке 3.

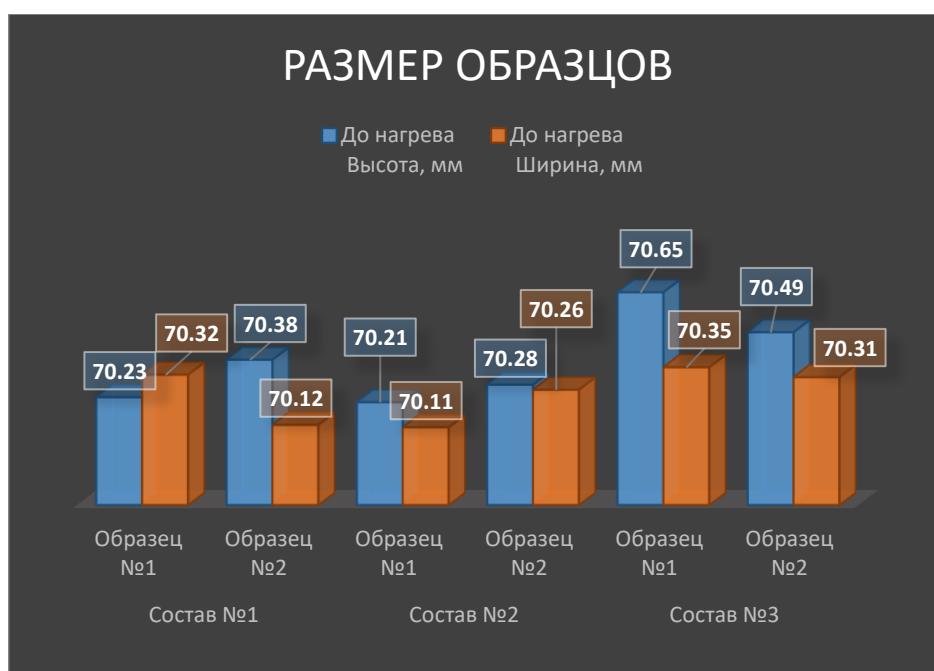


Рисунок 1 – Размер образцов до эксперимента

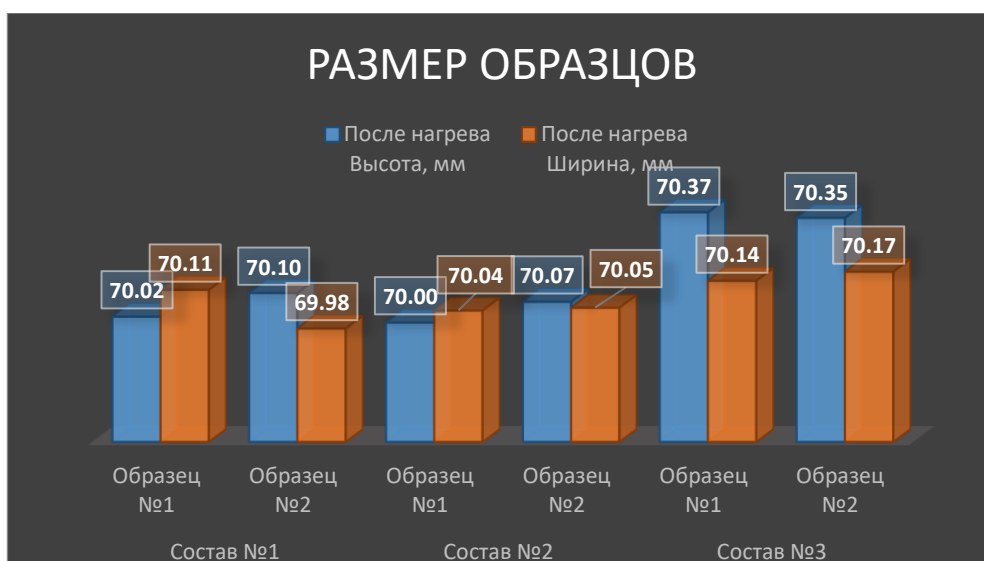


Рисунок 2 – Размер образцов после эксперимента

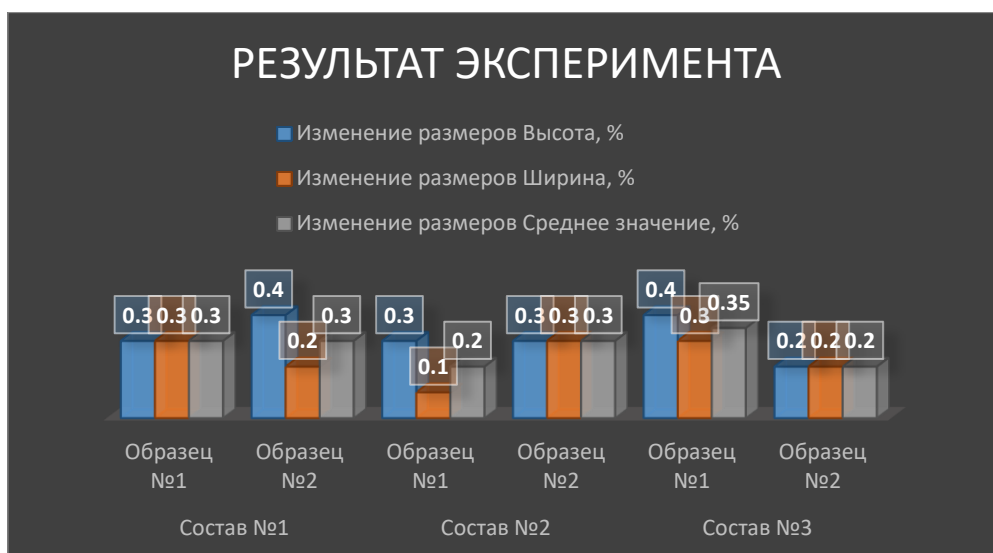


Рисунок 3 – Результаты эксперимента «Определение остаточных изменений размеров при нагреве огнеупорного бетона»

Анализ эксперимента: Все три состава в допуске имеют «усадку». Это связано с химическим составом электрокорунда. Меньше всего усадка составляет в третьем составе, образец №2.

Определение предела прочности. Образцы 70x70x70 мм прошедшие сушку и прошедшие обжиг были подготовлены и после отправлены на определение предела прочности. Испытание проходили на прессе типа ИП-1А-1000 ПК. Результаты представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Результаты эксперимента «Определение предела прочности»

Анализ эксперимента: Состав №1 имеет низкую прочность из-за большого

количества «крупной» фракции заполнителя, между «крупными» зёрнами недостаточно «мелкой» фракции, что приводит к плохой сцепке зёрен.

Состав №2 имеет большое количество «мелкой» фракции, что так же не раскрывает весь потенциал электрокорунда.

Состав №3 имеет удовлетворяющие нам значения.

Определение термической стойкости. На образцах 50x50x50мм было проведено определения термической стойкости на электропечи камерной ТК.15.1300.1Ф. Результаты эксперимента представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Результаты эксперимента «Определение термической стойкости»

Анализ эксперимента: Составы № 2 и 3 имеют необходимое количество теплосмен.

Состав № 1 разрушается из-за большого количества «крупной» фракции.

Определение открытой пористости. Образцы были подвергнуты сушке, обжигу при 1300 °С, вакуумированию и насыщению водой. Результаты эксперимента представлены на рисунке 6.



Рисунок 6 – Результаты эксперимента «Определение открытой пористости»

Анализ эксперимента: Все составы имеют допустимую пористость требуемую от

огнеупорного бетона.

Определение химического состава. Исследование проводились на спектрометре в лаборатории ЗАО «ПКФ «НК».

Химический состав трех составов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав смеси

Номер состава	Химическое соединение	Значение, %
Образец 1	Al ₂ O ₃	96,8
	Fe ₂ O ₃	0,1
	CaO	1,6
	MgO	1,5
Образец 2	Al ₂ O ₃	96,9
	Fe ₂ O ₃	0,1
	CaO	1,5
	MgO	1,5
Образец 3	Al ₂ O ₃	96,9
	Fe ₂ O ₃	0,1
	CaO	1,5
	MgO	1,5

Были проведены эксперименты по подбору состава огнеупорного бетона.

Можно сделать вывод, что состав №1 не подходит из-за большого количества «крупной» фракции. Из него не целесообразно делать изделия.

Составы №2 и №3 имеют все необходимые требования, но состав №3 имеет более высокий предел прочности, в следствии более равномерного распределения фракций заполнителя.

Состав №3 соответствует всем требованиям, предъявляемым стакану-дозатору АО «ОЭМК» и получил маркировку НК-Cast U170Mg.

СЕКЦИЯ: ГОРНОЕ ДЕЛО

УДК 622.271.3

ФИЗИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ

Гзогян Т.Н.¹, Лаптев А.А.², Золотухин С.Р.²

¹НИИУ «БелГУ» (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»), Россия, г. Белгород

mehanobr1@yandex.ru

² АО «Комбинат КМАруда», Россия, г. Губкин

Аннотация. Приведены результаты исследований физических и физико-механических свойств железистых кварцитов Коробковского месторождения. Показано различие физических и физико-механических свойств кварцитов месторождения, обусловленное их текстурно-структурными особенностями.

Ключевые слова: удельная работа разрушения, плотность, пористость, дробимость, магнитные свойства, микротвердость, измельчаемость.

PHYSIKAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF FERRUGINOUS QUARTZITES AS A BASIS FOR THE RATIONAL SCHEME OF DESINTEGRATION

Gzogyan T.N.¹, Laptev A.A.², Zolotuchin S.R.²

¹BSU (Federal state Autonomous educational institution of higher professional education "Belgorod state national research University), Russia, Belgorod

mehanobr1@yandex.ru

² JSC "KMAruda", Russia, Gubkin,

Abstract. The results of studies of physical and technological properties ferruginous quartzite from Korobkovsky mine. Shows the difference between the physical and technological properties of the quartzite deposits, due to their textural and structural features.

Key words: compressive fracture density, porosity, magnetic properties, micro-hardness, crushability, grindability.

Физические и физико-механические свойства минерального сырья являются одной из основ для проектирования технологии его переработки, выбора рациональной схемы

рудоподготовки, типоразмера и режима работы дробильно-измельчительного оборудования. Физические и физико-механические свойства минерального сырья определяются его минералогическим составом, структурно-текстурными особенностями, пределом прочности на сжатие, дробимостью, измельчаемостью и т.д.

Выбор оптимальной схемы рудоподготовки проектируемых и модернизации действующих предприятий весьма непростой вопрос, требующий детального и тщательного анализа всех особенностей руд. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что экономически и технологически выгоднее рудную шихту готовить к процессу измельчение-обогащение, т.к. 60% энергетических затрат приходится на измельчение. Развитие работ, направленных на снижение затрат на этот процесс, идет двумя путями: максимального использования дешевых источников энергии и повышения эффективности действия дробильно-измельчительного оборудования.

Рациональный путь повышения эффективности этого процесса заключается в переносе части работы по дезинтеграции рудной шихты из цикла измельчения в циклы дробления, где КПД процесса в несколько раз выше. Обеспечивается это за счет снижения крупности рудной шихты, подаваемой в первичные мельницы и связано с повышением их производительности с одновременным снижением энергетических затрат и себестоимости выпускаемой продукции [1]. Снижение крупности конечного продукта – главный вопрос, стоящий перед рудоподготовительными переделами горно-обогатительных предприятий.

От крупности материала, поступающего в измельчение, в огромной степени зависят энергетические затраты по этому переделу, наиболее энергоемкому во всей технологии рудоподготовки.

За рубежом первостепенное значение придается подготовке руды к дроблению и обогащению. Максимальную крупность взорванной горной массы и гранулометрическую характеристику исходной руды ограничивают с помощью управляемого взрыва. Например, крупность взорванной массы на АО «Комбинат КМАруда», осуществляющего добычу подземным способом, ограничили до 700 мм. Ведущей тенденцией технических решений на стыке горного и обогатительного переделов является применение циклично-поточной технологии с организацией первичного дробления в шахте. Первая стадия дробления на АО «Комбинат КМАруда» осуществляется в шахте с использованием щековых дробилок.

Следует отметить, схемы рудоподготовки и выбор компоновочных решений фабрик разрабатываются после детальной оценки минерального сырья, под конкретное предприятие и максимально учитывают физические и физико-механические особенности сырья.

Проблема селективного разрушения руд становится все более актуальной, в особенности, для тонковкрапленных железистых кварцитов, в которых переизмельчение полезного компонента приводит к существенному ухудшению показателей обогащения. Для регулирования цикла рудоподготовки имеет значение знание параметров, определяющих прочностные характеристики рудной смеси. Любое природное образование является сложной многокомпонентной смесью, поведение которой в технологическом переделе зависит от суммарного эффекта компонентов, ее слагающих. Несомненно, на кинетику разрушения руд оказывает влияние каждый компонент смеси: минеральный состав, структурно-текстурные особенности, особенности и характер границ срастания минеральных зерен[2,3]. В первых стадиях рудоподготовки основную роль играют текстурные особенности руд и макроструктурные характеристики. Коэффициент преимущественной формы кусков (форм-фактор) зависит от текстуры дробимого материала и относительной деформации разрушения, в результате которой эти осколки образовались.

Определение физико-механических характеристик возможно несколькими методами: по коэффициенту сравнительной измельчаемости, пределу прочности на сжатие, коэффициенту крепости по шкале Протодяконова, по удельному расходу электроэнергии и т.д.

В данной работе авторы выполнили исследования по изучению удельной работы разрушения и коэффициента крепости по шкале Протодяконова, предел прочности на сопротивление сжатию, истинную и кажущуюся плотность, пористость, объемный и удельный вес, естественную радиоактивность, микротвердость, магнитные характеристики, дробимость, измельчаемость и абразивность.

Изучение физических и физико-механических свойств железистых кварцитов месторождения авторами выполнялось на малых технологических пробах (216 проб), отобранных из разведочных скважин.

Из прочностных характеристик выполнено определение удельной работы разрушения и коэффициента крепости по шкале Протодяконова. В таблице 1 приведены результаты определения физико-механических свойств различных минеральных разновидностей из разных участков месторождения, откуда видно, что наиболее низким коэффициентом крепости характеризуются кварциты железнослюдко-магнетитового типа, среднее значение которого составляет 7,26. Более высокое среднее значение коэффициента крепости у магнетитового типа – 10,73 и распределяется оно по минералогическим разновидностям следующим образом: магнетитовые с железной слюдой – 8,54; магнетитовые со щелочными амфиболами – 9,65; магнетитовые с тремолитом – 8,89; магнетитовые с куммингтонитом – 11,72. Наиболее крепкими являются куммингтонито-магнетитовые кварциты силикато-

магнетитового типа со средним значением коэффициента крепости – 13,01. Коэффициент крепости полуокисленных кварцитов составляет 11,25.

Повышение значения коэффициента крепости от железослюдко-магнетитовых до куммингтонито-магнетитовых кварцитов находится в прямой зависимости от наличия в их составе силикатных минералов.

Таблица 1 - Физические свойства геолого-технологических типов и минералогических разновидностей (усредненные)

Геолого-технологический тип	Минералогические разновидности	f/A	Истинная /кажущаяся плотность, кг/м ³	P/q
Железослюдко-магнетитовый	Железослюдко-магнетитовые	7,26/6,62	3556/3477	2,22/0,854
Магнетитовый	С железной слюдкой	8,54/8,35	3580/3540	1,34/0,688
	Со щелочными амфиболами	9,39/9,6		
	Среднее	9,65/9,98	3505/3443	1,78/0,723
	С тремолитом	9,22/9,3		
	Среднее	8,89/8,79	3540/3449	1,81/0,785
	С куммингтонитом	11,54/12,8		
	среднее	11,72/13,07	3430/3412	1,51/0,569
Среднее по типу		10,73/11,58	3510/3450	1,71/0,635
Силикато-магнетитовый	Куммингтонито-магнетитовые	12,5/14,22		
Среднее по типу		13,01/14,89	3460/3394	1,88/0,50
Полуокисленный	Полуокисленные	11,25/12,38	3452/3378	2,14/0,578

Примечание: *f* – коэффициент крепости по Протодьяконову; *A* – удельная работа разрушения, кгм/см³; *P* – пористость, %; *q* – удельная производительность лабораторной мельницы при 65% класса минус 0,071 мм, кг/м³.ч.

По прочностным свойствам железистые кварциты железослюдко-магнетитового типа относятся к породам низкой крепости со средним значением удельной работы разрушения – 6,62 кгм/см³. Железистые кварциты магнетитового типа относятся, в основном, к породам средней крепости со средним значением удельной работы разрушения – 11,58 кгм/см³. Однако, магнетитовые с железной слюдкой, со щелочными амфиболами и с тремолитом разновидности являются породами низкой крепости со средними значениями удельной работы разрушения соответственно: 8,35; 9,98 и 8,79 кгм/см³.

К породам средней крепости со средним значением удельной работы разрушения – 13,07 кгм/см³ относятся кварциты магнетитовые с куммингтонитом.

Кварциты, входящие в состав магнетитовой с куммингтонитом разновидности, характеризуются высокой прочностью со значениями удельной работы разрушения: 15,17 и 15,80 кгм/см³.

Силикато-магнетитовые кварциты, в общем, относятся к породам средней крепости судельной работой разрушения в среднем $14,89 \text{ кгм/см}^3$, но в их состав входят и разновидности, которые характеризуются высокой удельной работой разрушения: $16,09$ и $15,95 \text{ кгм/см}^3$.

Полуокисленные кварциты являются породами средней крепости с удельной работой разрушения $12,38 \text{ кгм/см}^3$, которая объясняется наличием в их составе сидерита.

По своим физико-механическим характеристикам авторами кварциты отнесены к породам низкой и средней прочности:

- железистые кварциты железнослюдко-магнетитового типа являются породами низкой крепости с коэффициентом крепости $7,26$;

- магнетитовые, силикато-магнетитовые и полуокисленные относятся к породам средней крепости с коэффициентом крепости соответственно $10,73$; $13,01$ и $11,25$. Отдельные пробы характеризуются различной крепостью: от низкой до высокой.

Проведенными исследованиями установлено, что низкие показатели удельной работы разрушения обусловлены, по всей вероятности, слабыми межзерновыми связями в самих кварцитах, наличием в рудных прослоях удлиненных агрегатов магнетита, пересеченными расположенными перпендикулярно полосчатости микротрещинами, которые разделяют их на блоки. Кроме того, на отдельных участках кварцевых прослоев имеются межзерновые микротрещины. Наличие же силикатных минералов способствуют повышению прочностных характеристик.

По пределу прочности на сопротивление сжатию кварциты представляют собой весьма крепкие породы, $\sigma_{сж}$ колеблется от 342 до 2973 кг/см^2 , в зонах интенсивной трещиноватости составляет $500-700$, в среднем – 1258 кг/см^2 .

Как показано в [3,4] теоретические и экспериментальные исследования доказывают адекватность удельной работы разрушения пределу прочности горных пород. Накопленная в горной породе потенциальная энергия в несколько раз превышает величину энергии, определенную по диаграмме сжатия или рассчитанную по теории упругости. При этом удельная энергия при разрушении образца в условиях сжатия, равная удельной энергоемкости разрушения, т.е. она адекватна пределу прочности образца. Следовательно, $\sigma_{сж}$ представляет собой удельную работу разрушения в условиях сжатия. Анализ результатов теоретических расчетов и экспериментальных данных по удельной энергоемкости разрушения показывает, что предел прочности горной породы при сжатии адекватен удельной энергоемкости разрушения. Относительное отклонение теоретических расчетов и опытов не превысило $3,5\%$. Результаты определений истинной и кажущейся плотности и пористости приведены в таблице 1. Плотность кварцитов находится в прямой зависимости от массовой доли железа в них и

изменяется от 3330 до 3596 кг/м³, пористость от 1,34 до 2,22%. Наибольшей пористостью характеризуются железослюдко-магнетитовые (2,22%) и полуокисленные (2,14%), несколько ниже пористость в силикато-магнетитовых и магнетитовых с куммингтонитом и самая низкая – в магнетитовых с железной слюдкой.

Объемный вес кварцитов с вычетом естественной влажности (0,05%) составил для: неокисленных – 3,4 т/м³ и полуокисленных – 3,33 т/м³; удельный вес колеблется от 2,7 до 4,07 т/м³, средний – 3,55 т/м³.

Кроме физико-механических характеристик авторы изучили параметры естественной радиоактивности, замер которой показал, что естественная радиоактивность находится на уровне 2,0 (магнетитовые) мкр/ч, что соответствует уровню фона пород осадочного чехла.

Для оценки технологических, в особенности прочностных свойств авторами использованы значения микротвердости (МТ) основных минералов, входящих в состав кварцитов. Из анализа приведенных данных видно, что МТ магнетита Коробковского месторождения выше значений МТ магнетита других месторождений КМА (табл. 2).

Таблица 2. - Микротвердость минералов по минералогическим разновидностям

Минеральная разновидность	Микротвердость (среднее), МПа
Магнетитовая с железной слюдкой: магнетит	6359,39
гематит	9013,74
кварц	14322,94
Железослюдково-магнетитовая: магнетит	6028,2
гематит	9179,69
кварц	13239,09
Магнетитовые со щелочными амфиболами:	
магнетит	6257,8
кварц	16758,09
Силикато-магнетитовые: магнетит	6523,31
кварц	16851,83

Методом Гуи выполнено определение магнитных характеристик (коэрцитивной силы, удельной магнитной восприимчивости и остаточной намагниченности) (табл. 3). Величина коэрцитивной силы колеблется от 0,74 до 1,09 кА/м, остаточная намагниченность - от 111,4 до 246,7 кА/м, т.е. железистые кварциты по магнитным свойствам относятся к средним по магнитной жесткости, наиболее магнито-мягкими являются магнетитовые кварциты месторождения.

Таблица 3. - Магнитные характеристики разновидностей при $H=80$ кА/м.

Минеральная разновидность	Удельная магнитная восприимчивость, $\text{см}^3/\text{г} \cdot 10^3$	Козрцитивная сила, кА/м	Остаточная намагниченность, кА/м
Магнетитовая	41,4-42,8	0,81- 0,87	198,9-246,7
Силикато-магнетитовая	25,3-30,2	0,74-1,09	143,2-175,1

Определение дробимости осуществлялось по методике, представленной в [5], критерием оценки дробимости является величина удельного расхода энергии, отнесенной к единице вновь образованной поверхности. Результаты определений показали, что по условной прочности на разрыв кварцита укладываются в широком диапазоне от 16,0 до 7,54 МПа. Самыми прочными оказались силикат-магнетитовые, дайки и сланцы, менее прочными - железнослюdkово-магнетитовые, остальные разновидности почти равномерно распределились в этом диапазоне.

С ростом прочности кварцитов растет и удельный расход энергии и его величина на единицу вновь образованной поверхности (табл. 4). Увеличение доли силикатов ведет к росту прочности и показателей дробимости, с другой стороны – увеличение доли щелочных амфиболов и талька приводит к снижению прочностных характеристик. Энергетический индекс дробления по Бонду для кварцитов составил 18-22 кВт ч/т (39 - 48%), а энергоемкость разрушения – 9,49 – 14,53 Дж/м².

Таблица 4. - Дробимость железистых кварцитов по минералогическим разновидностям.

Минеральная разновидность	Удельный расход энергии	
	кВт·ч/т	кВт·ч/м ²
Магнетитовая	0,247	1,81
Железнослюdkово-магнетитовая	0,205	1,5
Магнетитовая со щелочными амфиболами	0,247	1,9
Магнетитовая с силикатами	0,316	2,25
Талько-магнетитовая	0,217	1,43
Силикато-магнетитовая	0,382	2,98
Мало-, безрудная, сланцы, дайки	0,436	2,7

Измельчаемость кварцитов определялась по методике профессора М.К. Широкинского и оценивалась величиной удельной производительности лабораторной мельницы по вновь образованному классу минус 0,071 мм при крупности измельчения 65% класса минус 0,071 мм (что соответствует I стадии промышленного измельчения АО «Комбинат КМАруда»). В таблице 1 приведены средние значения удельной производительности по геологическим типам и минералогическим разновидностям. Лучшей удельной производительностью характеризуются кварциты железнослюdkово-магнетитового типа,

среднее значение которой составляет 0,854 кг/м³.ч, худшей – кварциты силикато-магнетитового типа, для них среднее значение равно 0,50 кг/м³.ч. Для кварцитов магнетитового типа среднее значение удельной производительности составило 0,635 кг/м³.ч. Следует отметить, что среди минералогических разновидностей магнетитового типа лучшей измельчаемостью характеризуются магнетитовые кварциты с тремолитом (0,785 кг/м³.ч) и со щелочными амфиболами (0,723 кг/м³.ч).

Различия в значениях удельной производительности обусловлены, по-видимому, текстурно-структурными особенностями самих проб, трещиноватостью, степенью окисления и другими факторами. В целом среднее значение удельной производительности Коробковского месторождения составило – 0,597 кг/м³.ч.

По измельчаемости выделено три сорта: легко-, средне- и трудноизмельчаемые с удельной производительностью лабораторной мельницы по классу минус 0,071 мм – 0,666; 0,456 и 0,380 кг/м³.ч соответственно.

Железистые кварциты Коробковского месторождения относятся к высоко абразивным, абразивность варьирует от 1160 до 1920 г/т.

Таким образом, железистые кварциты месторождения имеют различия в физико-механических свойствах, которые объясняются их текстурно-структурными особенностями. При разработке схем рудоподготовки необходимо принимать во внимание особенности физико-механических характеристик и ярко выраженную слоистость, оказывающую влияние на образование преимущественной формы кусков.

Список литературы

1. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы. Под ред. *Богданова О.С.*, 2-е изд., М., Недра, 1982 г.
2. *Гзогян Т.Н., Головин Ю.И., Тюрин А.И., Гзогян С.Р.* Влияние границ срастания минералов железистых кварцитов на рудоподготовку // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2017, №3, с. 154 – 162.
3. *Гзогян С.Р.* Использование информации о генетическом структурном состоянии железистых кварцитов для прогнозирования их технологических свойств // Горный информационно-аналитический бюллетень, №1, 2010.
4. *Линч А.Дж.* Циклы дробления и измельчения. М., Недра:1981.
5. *Мелентьев В.Н.* Показатели прочности и относительная энергоемкость дробления железистых кварцитов // Автореф. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук, Л., 1988.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СХЕМЫ РУДОПОДГОТОВКИ НА АО «КОМБИНАТ КМАруда»

Гзогян С.Р.¹, Лаптев А.А.²

¹НИУ «БелГУ» (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»), Россия, г. Белгород

gzogyan@bsu.edu.ru

² АО «Комбинат КМАруда», Россия, г. Губкин

Аннотация. Приведены опытно - промышленные испытания схем рудоподготовки в открытом цикле проектной, существующей и модернизированной. Рассмотрены результаты внедрения модернизированной схемы рудоподготовки, которые позволили увеличить производительность первичных мельниц и уменьшить энергозатраты.

Ключевые слова: железистые кварциты, дробление, грохочение, средневзвешенный размер, форм-фактор, технологическая схема дробления.

THE MODERNIZATION SCHEME OF PRETREATMENT OF JSC "KMARUDA"

Gzogyan S.R.¹, A. A. Laptev A.A.²

¹ BSU (Federal state Autonomous educational institution of higher professional education "Belgorod state national research University), Russia, Belgorod

gzogyan@bsu.edu.ru

² JSC "KMAruda", Russia, Gubkin

Abstract Comparative industrial tests of grinding circuits in an open loop design, the existing and modernized. The results of the implementation of the upgraded scheme of ore preparation, which allowed to increase the performance of primary mills and reduce energy costs.

Keywords: ferruginous quartzites, crushing, sieving, average size, form factor, technological scheme crushing.

Любое природное образование является сложной многокомпонентной системой, поведение которой в технологическом переделе зависит от суммарного эффекта

компонентов, слагающих смесь и, несомненно, на процесс переработки руды оказывает влияние каждый компонент смеси, его количество, структурно-текстурные особенности, гранулометрический и минеральный состав, состояние и характер границ срастания зерен и т.д.[1]. На подготовку рудной шихты к обогащению обычно приходится 50-60% эксплуатационных расходов и до 70% энергетических затрат от всего передела. Горно-перерабатывающие предприятия стремятся наиболее полно использовать преимущество дробления и направлять на измельчение материал оптимальной крупности (для железистых кварцитов КМА не менее 12 мм). Это указывает на то, что основное внимание должно быть направлено на селективное разрушение материала по межфазным границам срастания минеральных зерен, обеспечив раскрытие минералов без переизмельчения [1]. Рациональный путь повышения эффективности рудоподготовки заключается в переносе части работы по подготовке минерального сырья к обогащению из цикла измельчения в циклы дробления, где КПД процесса в несколько раз выше. Это обеспечивается за счет снижения крупности рудной шихты, подаваемой в первичные мельницы и связано с повышением производительности измельчительного оборудования и одновременным снижением энергозатрат и себестоимости выпускаемой продукции. Один из способов интенсификации процесса измельчения связан с оптимизацией крупности дробленого продукта, поступающего на измельчение.

На технико-экономические показатели схем дробления оказывают влияние многие факторы: твердость, хрупкость, вязкость, влажность, абразивность, дробимость, начальная величина кусков и требуемая степень измельчения. Очень важно, чтобы все они учитывались в процессе принятия решения по выбору технологической схемы, соответствующей четко установленным требованиям технологии. Выбор оптимальных схем рудоподготовки снижает себестоимость продукции, повышает качество концентрата и показатель извлечения. Технологически грамотно сопровождать процессы дробления операциями грохочения. При этом соблюдается так называемый «принцип Чеччота», что экономит электроэнергию и увеличивает срок службы футеровочных плит. Методически правильно разрабатывать схемы рудоподготовки, используя информацию о вещественном составе и текстурно-структурных особенностях руды, ее физико-механических свойствах, опыт предприятий-аналогов, перерабатывающих сходное по составу сырье, современный уровень развития техники и технологии.

По физико-механическим свойствам железистые кварциты Коробковского месторождения КМА представляют собой крепкую, высоко абразивную горную породу; индекс абразивности колеблется от 1180 до 1920 г/т, индекс дробления по Бонду – от 18

до 22 кВт ч/т. Характеристика физико-механических свойств железистых кварцитов КМА приведена в таблице 1.

Таблица 1. – Сравнительная характеристика физико-механических свойств железистых кварцитов месторождений КМА

Месторождение	Плотность, т/м ³	Дробимость, %	Абразивность, г/т
Михайловское	3,58	30	1920 - 2030
Коробковское	3,33 – 3,60	39 - 48	1160 - 1920
Лебединское	3,21 – 3,58	34 - 41	1190 - 1670
Стойленское	3,37 – 3,55	26 - 38	1440 - 2150
Оленегорское	3,5	15,5	520
ТИЛДЕН (США)		18,1	917

Технология подготовки кварцитов Коробковского месторождения к обогащению, согласно проекта, осуществлялась в три стадии с предварительным грохочением продукта дробления в открытом цикле (рис.1). После первой стадии дробления в шахте продукт крупностью минус 350 мм поступал на средне-мелкое дробление. Данная технология позволяла получать продукт крупностью минус 20 мм со средневзвешенным размером куска на уровне 14,2 мм и массовой долей класса плюс 20 мм до 27%, при производительности до 460 т/ч и удельном расходе электроэнергии 0,43 кВт ч/т.

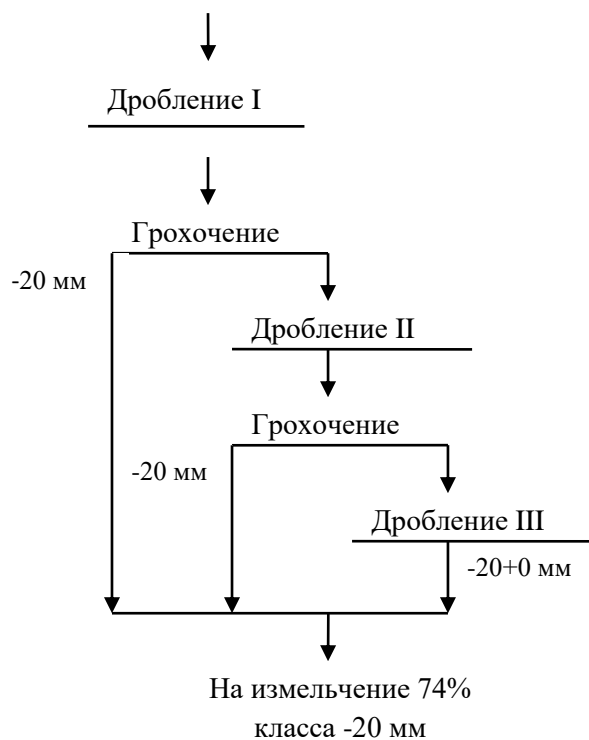


Рисунок 1. - Схема рудоподготовки (проект)

Снижение удельных энергозатрат на измельчение, повышение эффективности рудоподготовки и перенос работы по дезинтеграции руды на дробление является на АО «Комбинат КМАруда» основной задачей, решение которой решалось в два этапа. На первом этапе выполнена модернизация дробилок первой и третьей стадий дробления [2]. Эксплуатация модернизированных дробилок и контроль за размером разгрузочных щелей позволили уменьшить средневзвешенный размер куска до 7,3 мм.

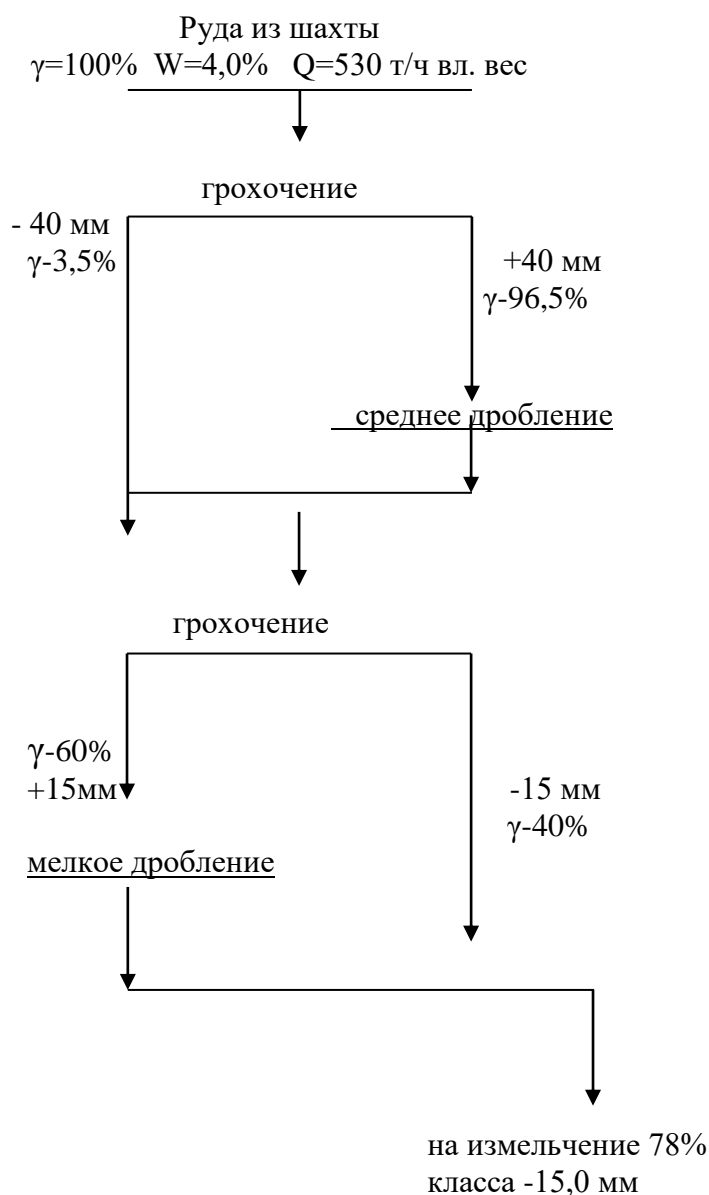


Рисунок 2. - Технологическая схема рудоподготовки

На втором этапе в отделении дробления выполнены под руководством авторов промышленные испытания схемы дробления в условиях текущего производства. Исходный материал рудной шихты по минеральному составу соответствовал составу усредненных железистых кварцитов месторождения с внутрирудными включениями.

Первичное дробление осуществлялось в шахте на щековой дробилке типа С-140 (Metso Minerals). Исходная рудная шихта после крупного дробления в шахте до крупности минус 350 мм скиповыми подъемами ствола подавалась в приемные бункера корпуса дробления на неподвижный колосниковый грохот с ячейкой 40x100 мм. Далее дробление осуществлялось по двух стадийной схеме с предварительным грохочением перед средним и мелким дроблением (рис.2). Дробленный продукт I стадии дробления поступал на среднее дробление в дробилке КСД-2200, имеющую разгрузочную щель 40 мм. Дробленный продукт II стадии дробления направлялся на предварительное грохочение на двух грохотах ГИТ-52 ММ площадью 6 м². На грохотах установлены по два сита: верхнее - с ячейкой 40 мм, нижнее - 20 мм (грохот №3, живое сечение 41%) и 15 мм (грохот №4, живое сечение 30,75%). Надрешетный продукт грохотов поступал на мелкое дробление в дробилках НР-500 №5 и №6 (Metso Minerals), имеющих разгрузочную щель 13,0 мм и работающих под завалом (высота 480 мм). Анализ результатов промышленных испытаний при средней производительности 530 т/ч показал, что:

- подрешетный продукт грохота №3 (размер ячейки 20 мм), средневзвешенный диаметр куска варьировал от 5,3 до 5,9 мм, при массовой доле класса плюс 15 мм от 1,2 до 3,3%, при расसेве по классу 12 мм, остаток на сите 12 мм составил 3,6; 6,6 и 5,0 %;
- продукт разгрузки дробилок №5 и №6, средневзвешенный диаметр куска варьировал от 5,6 до 7,1 мм, при массовой доле класса плюс 15 мм от 2,5 до 6,0%;
- форм-фактор продукта разгрузки дробилки №5 и №6 варьировал от 2,34 до 2,85;
- средневзвешенный диаметра куска дробленой руды, поступающей на измельчение, варьировал от 6,3 до 7,4 мм, при массовой доле класса плюс 15 мм от 9,5 до 20,5 %;
- форм-фактор продукта изменялся от 2,69 до 2,87.

Таким образом, сравнительные промышленные испытания показали, что:

- при грохочении на грохоте №3 с ячейкой 20 мм в открытом цикле получен дробленный продукт со средневзвешенным размером куска от 5,3 до 5,9 мм;
- при грохочении на грохоте №4 с ячейкой 15 мм размер средневзвешенного куска варьировал в широких пределах от 4,1 до 8,8 мм.

Анализ работы дробилок НР-500, установленных в III стадии дробления в качестве дробильных агрегатов, показал, что производительность каждой из них в среднем составила более 250 т/ч, степень дробления (i): для дробилки НР-500 №5 - 3,53; 3,54 и 3,83; для дробилки НР-500 №6 – 2,05 и 2,48.

Дробленая руда, поступающая на измельчение, является смесью подрешетного продукта грохотов №3 и 4 и готового продукта мелкого дробления, и является готовым продуктом отделения дробления (рис.2).

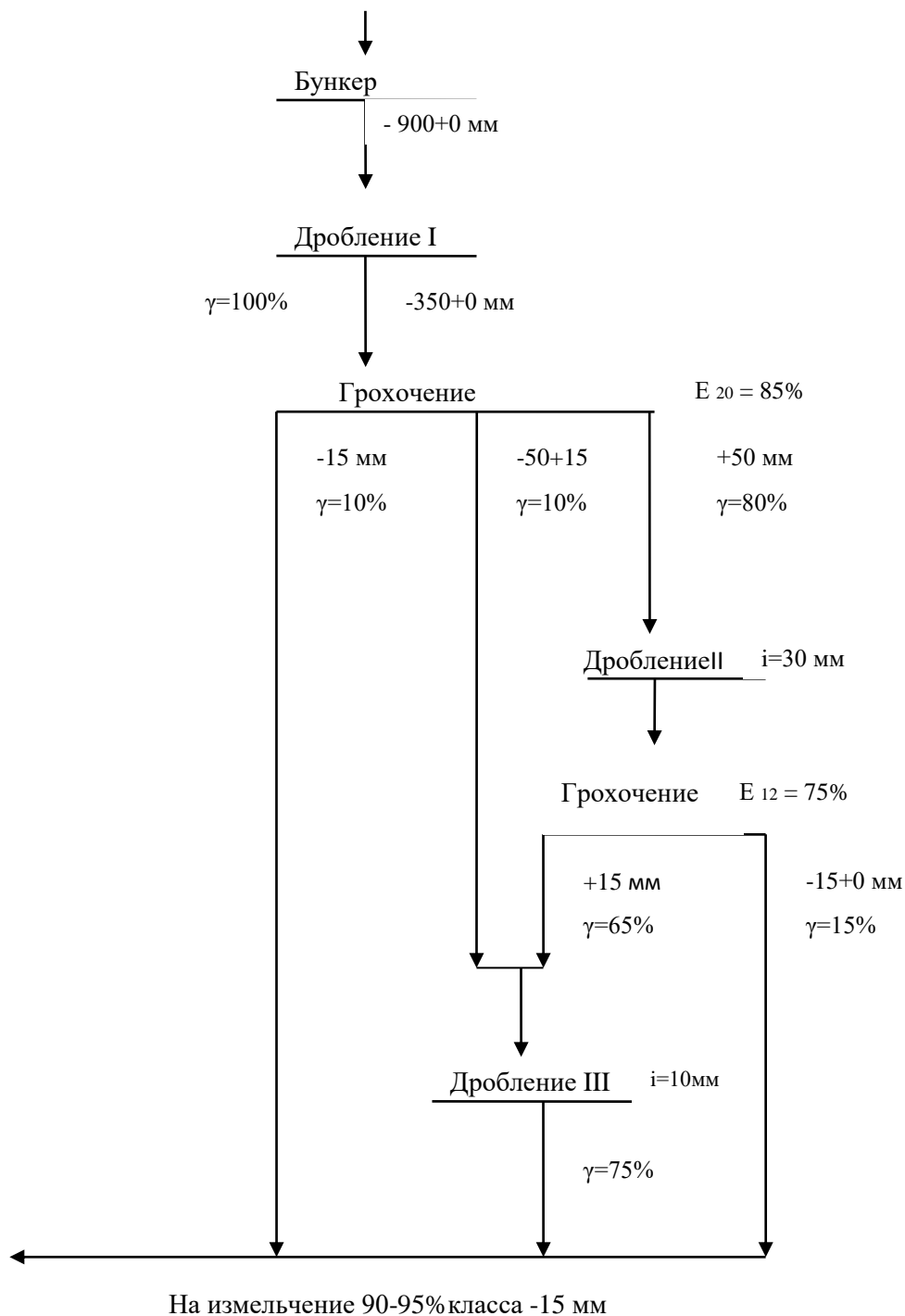


Рисунок 3. - Модернизированная схема рудоподготовки

Таким образом, ввиду недостаточной точности разделения на грохоте, в питание дробилок попадает значительное количество готового для измельчения материала, что влечет за собой перерасход электроэнергии и металла. Также, мелкий материал, заполняя пустоты между крупнокусковым материалом, повышает упругое сопротивление рудной массы, находящейся в камере дробления и частично гасит усилие дробления.

Одно из отличий железистых кварцитов от других типов железных руд заключается в форме рудных частиц, получаемых в процессе рудоподготовки, что вносит свои особенности при выборе схем рудоподготовки. Так, железистые кварциты после дробления имеют форму вытянутых частиц с форм-фактором до 3 (например, скарновые – до 1,2), как правило, для таких руд рекомендуется применение открытых схем рудоподготовки. При применении схем в закрытом цикле наблюдается увеличение циркулирующей нагрузки и снижение производительности дробилок мелкого дробления. Сравнительными промышленными испытаниями показано, что по существующей технологической схеме при грохочении на грохоте с ячейкой 20 мм получен дробленый продукт со средневзвешенным размером куса от 5,3 до 5,9 мм, степень дробления составила от 3,53 до 3,83. Форм-фактор продукта дробления варьировал от 2,34 до 2,85, производительность дробилок НР-500, установленных в III стадии дробления в среднем составила 126,8 – 146,3 т/ч.

Таблица 2. - Усредненная гранулометрическая характеристика дробленой руды

Наименование продуктов	Классы крупности, мм	Выход классов крупности, %					
		частный	по		частный	по	
			плюсу	минусу		плюсу	минусу
1 опробование			2 опробование				
дробленая руда	+ 20	12,1	12,1	100,0	0,0	0,0	0,0
	-20+15	8,4	20,5	87,9	9,5	9,5	100,0
	-15+12	8,5	29,0	79,5	12,4	21,9	90,5
	-12+10	10,8	39,8	71,0	14,3	36,2	78,1
	-10+5	30,1	69,9	60,2	38,1	74,3	63,8
	-5+3	8,4	78,3	30,1	7,6	81,9	25,7
	-3+0	21,7	100,0	21,7	18,1	100,0	18,1
	d ср, мм	9,4			8,3		
f, ед	11,2			10,44			
A, кгм/см ³	12,43			10,87			
q, кг/м ³ ч	0,674			0,651			
K ф, ед	2,69			2,87			
δ, т/ м ³	2,13			2,17			
W, %	5,85			6,78			

Примечание: *d ср* – средневзвешенный диаметр куса, мм; *f* - коэффициент крепости по Протодьяконову, ед; *A* – удельная работа разрушения, кгм/см³; *q* – удельная производительность измельчения при 65% класса минус 0,071 мм, кг/м³ ч (измельчаемость); *K ф* – форм-фактор, ед, *δ* – насыпной вес руды, т/ м³; *W* – массовая доля влаги, %.

Учитывая особенности тонковкрапленных железистых кварцитов Коробковского месторождения, результаты опытно-промышленных испытаний, предыдущие и настоящие, для реконструкции отделения дробления рекомендована технологическая схема (рис.3). Первичное дробление осуществляется в шахте, продукт первичного дробления крупностью минус 350 мм поступает на грохочение 1 стадии на виброгрохоте с выделением продукта крупностью минус 15 мм. Надрешетный продукт крупностью плюс 50 мм поступает на дробление II стадии. Разгрузка дробилки II стадии направляется на поверочное грохочение на виброгрохот. Продукт минус 15 мм является готовым продуктом, а надрешетный продукт объединяется с продуктом грохочения 1 стадии крупностью -50+15 и направляется на мелкое дробление (табл.2). На первичное измельчение поступает продукт 90-95 % класса минус 15 мм.

Список литературы

1. *Гзоган Т.Н., Головин Ю.И., Тюрин А.И., Гзоган С.Р.* Влияние границ срастания минералов железистых кварцитов на рудоподготовку//Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых, 2017, №3, с. 154 – 162.
2. *Савельев В.М., Лазебная М.В.* Модернизация дробильно-обогажительного комплекса на комбинате «КМАруда»//Горный журнал, №4, 2012, с.55-57.
3. Технологический аудит техники и технологии производства магнетитового концентрата в условиях ДОФ (участок №2) // Отчет НИУ «БелГУ», рук. *Гзоган Т.Н.*, г. Белгород, 2011, 56 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

Перескокова Татьяна Аркадьевна

Филиал НИТУ МИСиС г. Губкин

доцент, кандидат педагогических наук

solovjev@mail.ru м.т. 89192239765

Аннотация

Рассмотрены новые подходы к подготовке выпускников организаций высшего образования. Показана целесообразность использования системы активного овладения специальностью при подготовке студентов технического профиля.

Ключевые слова: экономика; высшее образование, цели обучения, профессиональная среда, модернизация.

PECULIARITIES OF TRAINING OF TECHNICAL SPECIALISTS

Pereskokova Tatiana Arkadievna

Branch of NUST MISIS, Russia, Gubkin

Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences

solovjev@mail.ru m.t. 89192239765

Annotation

New approaches to the training of graduates of higher education institutions are considered.

The expediency of using the system of active mastery of the specialty in the preparation of students of technical profile. New approaches to the training of graduates of higher education organizations are considered.

Key words: economy; higher education; learning objectives; professional environment; modernization.

Нет сомнений в том, что развитие экономики (а значит и повышение уровня жизни людей) базируется на уровне образования работников различных сфер деятельности. Это констатируют многие ученые и эксперты. Основоположник идеологии качества в мире Э. Деминг писал: «Знаниям нет замены. Мы должны смотреть на образование как на инвестиции, а не издержки» [1].

Выпускники вузов и колледжей, получившие профессиональное образование, востребованы государственными, акционерными и частными компаниями, которые выступают в роли потребителей – заказчиков «продукции» образовательных организаций и одновременно «оценщиков» ее качества.

Под воздействием новой экономической политики в России меняется парадигма высшего профессионального образования: от образования «на всю жизнь» к образованию

«в течение всей жизни». Это связано с рядом современных общественных процессов, проходящих в нашей стране. К ним в первую очередь необходимо отнести:

- существенные изменения технологических процессов и, как следствие, изменение профессий и специальностей;
- возрастание роли горизонтальной мобильности работников в течение трудовой жизни;
- децентрализация экономической ответственности и ответственности за качество продукции (услуг);
- изменение стилей жизни на всех уровнях: социальном, организационном, индивидуальном;
- усиление фактора динамизма и неопределенности;
- усиление роли «личностного развития» («умения на всю жизнь»).

Необходимость освоения нового социально- экономического опыта требует новых подходов к подготовке специалистов, являющихся самыми активными участниками экономических преобразований.

О проблемах профессионального образования было указано в послании Президента РФ В.В. Путина Федеральному собранию (2018 год).

Приведем выдержку из послания: «Нужно в короткие сроки **провести модернизацию системы профессионального образования**, добиться качественного изменения в подготовке студентов, прежде всего по перспективным направлениям технологического развития. Предстоит сформировать ступень «прикладного бакалавриата» по тем рабочим профессиям, которые фактически требуют инженерного образования».

Модернизация системы высшего образования должна быть направлена на подготовку инженерных кадров для современной промышленности, являющейся локомотивом роста национальной экономики.

Но обратимся к фактам. По количественным показателям образовательной сферы Россия находится на уровне ведущих мировых держав:

в 2015 году 53,5% нашего населения имели высшее и среднее профессиональное образование (Япония – 46,6%, США – 43,1 %, Китай - 4%).

Доля студентов (высшее и среднее профессиональное образование) в населении составляет: Россия – 4,8 %, США – 4,4 %, Япония – 3,8 %, Германия – 3,8.%, Китай – 0,8 %.

По объему промышленного производства Россия занимает 4 место в мире (после Китая, США и Индии). Но то, что не добыто, а произведено обрабатывающей

промышленностью не всегда находится на уровне мировых требований. В этой связи Президент страны поставил задачу: **добиться высокого (не ниже мирового) уровня качества производимой продукции, чтобы она была конкурентоспособна не только на внутреннем, но и мировом рынке.**

В послании Президента страны Федеральному собранию (2018 год) прямо сформулирована необходимость подготовки профессионалов (исследователей и инженеров) для дальнейшего развития (прорыва) страны.

Качество выпускаемой продукции обеспечивается соответствующими технологиями и качеством труда работников. Японские фирмы показали всему миру, как приверженность качеству работников, приводит к высоким экономическим показателям. Такие работники – «продукт разумной организации образования и воспитания, выверенной государственной политики, грамотного управления предприятиями и их стремления к самосовершенствованию» [2].

На наш взгляд, обучение студентов технического профиля подготовки нужно вести по системе активного овладения специальностью (АКОС), основы которой были заложены в МИСиС в 90-ые годы под руководством проректора по учебной работе В.А. Роменца.

Основные принципы концепции активного овладения специальностью следующие:

1. Целенаправленность подготовки: студенты учатся тому, ради чего они поступили в институт – специальности, имея в виду не только профессиональную сторону, но и широкий кругозор и культуру, прочную общенаучную (фундаментальную), общеинженерную, гуманитарную подготовку. Методологическое ядро концепции АКОС составляет модель профессиональной среды (МПС), в которой предстоит работать будущему специалисту [3].

2. Опережающее обучение специальности и ее фундаментализация: изучать специальность с первого курса с тем, чтобы возможно раньше и полнее:

- детально ознакомить будущих специалистов с основами и спецификой будущей профессии;
- возбудить интерес к ее овладению;
- показать не только романтику профессии, но и ее сложность, высокую ответственность за результаты труда и вытекающую из них необходимость глубокого освоения математики, физики, химии, механики и других общенаучных дисциплин. Изучать их на основе уже сформировавшейся профессиональной потребности. Это обеспечивает их осмысленное и прочное усвоение, формирует целостное представление о специальности.

Математическая, физическая и другие виды подготовки становятся обязательной составной частью профессиональной подготовки специалиста. Устраняется разрыв во времени между изучением математики, физики, химии и их профессиональным применением.

В учебных дисциплинах результаты образования должны отвечать уровням запланированных целей, представляющих собой лестницу движения вверх:

от знания к пониманию и применению, а затем развитие творческих (креативных) навыков и умений в виде **анализа, синтеза и оценки**.

И при этом нельзя забывать восточную мудрость: «Истина в ушах слушающего, а не на устах говорящего». Это значит, что оценка результативности любого занятия – это достижение цели каждым обучаемым. Но цели обучения не будут достигнуты без активной деятельности самих обучаемых, которые в свою очередь также что – то «ждут» от полученного высшего образования.

В 2018 году мною проведен опрос студентов специальности «горное дело» разных курсов обучения о целях получения высшего образования. Им было предложено выбрать из всех представленных целей приоритетную для них (главная).

Цели:

1. Получить диплом
2. Больше знать, получить специальные знания
3. Легче трудоустроиться
4. Занять более высокое положение в обществе
5. Заниматься интересной работой
6. Потому что сегодня так принято
7. Больше зарабатывать
8. Избежать службы в армии
9. Пользоваться уважением окружающих
10. Провести молодые годы в свое удовольствие
11. Получить общее развитие, жить более богатой духовной жизнью

Анкета составлена на основе тестов, опубликованных в интернете.

В таблице представлено распределение студентов первого курса приема 2017 и 2018 годов по приоритетной для них цели обучения.

Таблица

Распределение студентов первого курса (%) по выбранной главной цели получения высшего образования

Номера целей	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2017 г.	16	32	2	14	4	-	8	-	4	-	20

2018 г.	56	22	9	9	-	-	-	-	-	-	4
---------	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Видно, что направленность целей обучения у студентов I курса приема 2018 года существенно изменилась. Студенты в основном ориентированы на получение диплома, а не получить знания и приносить пользу обществу.

Считается, что суммарно цели 1, 3, 4 и 7 имеют направленность на личные интересы. Значит, 74 % студентов первого курса приема 2018 года ориентированы именно на личные интересы.

Эта тенденция подтверждается у студентов старших курсов (6 - 8 семестры обучения). Приоритетные цели для них следующие: №1 (получить диплом) – назвали 35 % студентов, №2 (больше знать, получить специальные знания) – только 24%, №7 (больше зарабатывать) – 17%. Превалирует приоритет личностного успеха – 70 % (получить диплом и больше зарабатывать), направленность на служение обществу (получить специальность, общее развитие, уважение в обществе) продемонстрировали лишь 30%.

Это свидетельствует о недостаточном внимании вузов первой составляющей образования, а именно, воспитанию. Даже в новых ФГОСах 3 ++ отсутствуют требования или рекомендации по воспитанию студентов в период обучения.

Работодатели требуют, чтобы выпускники вузов обладали не только профессиональными компетентностями, но и имели развитые социально – личностные характеристики, такие как ответственность, инициативность, организованность, самостоятельность, дисциплинированность, настойчивость.

Это связано с тем, что выпускники вузов на производстве после адаптации занимают должности специалистов (мастер цеха, участка, руководитель группы, отделения и т. д.).

Итак, модернизация системы высшего образования должна быть направлена на подготовку инженерных кадров для современной экономики.

В докладе центра стратегических разработок и высшей школы экономики «Двенадцать решений для нового образования» подтверждается необходимость модернизации высшего образования [4]. Отмечается, что высшее и среднее профессиональное образование (СПО) на треть (а в ряде секторов экономики на две трети) не соответствует запросам рынка труда. Нужны серьезные преобразования в системе подготовки специалистов технического профиля.

Список литературы

1. Круглов М.Г., Шишков Г.М. Менеджмент качества как он есть. М.: ЭСПО, 2006. 538с.
2. Пшенников В.В. Японский менеджмент. Уроки для нас. М.: Япония сегодня, 2000. -334 с.
- 3.Соловьев В.П., Крупин Ю.А., Перескокова Т.А. Использование модели профессиональной среды для подготовки инженеров. Высшее образование сегодня. 2015. №3. Стр.9 -15.
4. Двенадцать решений для нового образования. Доклад ЦСР и ВШЭ (руководитель - Кузьминов Я. И.). 2018.

**АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ
ЗОНЫ ОТ ОРГАНИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ
ВЫБРОСА ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Г.Е. Афанасьева, Е.А. Попов

Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

в г. Губкине Белгородской области, Россия, г. Губкин

e-mail: afanage@mail/ru

***Аннотация.** В статье предложен упрощенный алгоритм определения санитарно-защитной зоны от организованных источников выброса, разработанный на базе известных теоретических решений.*

Ключевые слова: санитарно-защитная зона; организованный источник выброса; предельно допустимая концентрация; роза ветров; опасность воздействия.

**ALGORITHM OF DEFINITION OF SANITARY AND PROTECTIVE
ZONES FROM ORGANIZED SOURCES
EMISSION OF MINING**

G.E. Afanasyeva, E.A. Popov

VO FGAOU branch "National University of Science and Technology " MISIS"

in Gubkin of the Belgorod region, Russia, Gubkin

e-mail: afanage@mail/ru

***Summary.** In article the simplified algorithm of definition of the sanitary protection zone from organized sources of emission developed on the basis of the known theoretical decisions is offered.*

Keywords: sanitary protection zone; organized source of emission; threshold limit value; wind rose; danger of influence.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) объекта выделения загрязняющих веществ в окружающую среду предназначена для защиты населения от влияния вредных веществ и вредных факторов. Размер СЗЗ определяется санитарными нормами и правилами на время проектирования и ввода в эксплуатацию объекта в зависимости от класса опасности

предприятия [1]. Нормами установлено пять классов предприятий и соответственно 5 размеров нормативных СЗЗ:

- промышленные объекты и производства первого класса — 1000 м;
- промышленные объекты и производства второго класса — 500 м;
- промышленные объекты и производства третьего класса — 300 м;
- промышленные объекты и производства четвертого класса — 100 м;
- промышленные объекты и производства пятого класса — 50 м.

Размеры СЗЗ должны проверяться расчетом загрязнения атмосферы с учетом перспективы развития предприятия и фактического загрязнения атмосферного воздуха. Полученные размеры расчетной СЗЗ уточняются отдельно для различных направлений ветра в зависимости от среднегодовой розы ветров исследуемого района.

Горные предприятия имеют как организованные, так и неорганизованные источники выброса вредных веществ. К организованным источникам выброса относятся те источники, которые имеют специальные устройства для вывода загрязняющих веществ.

В данной работе на базе известных технических решений [2,3,4] предлагается упрощенный алгоритм определения СЗЗ от организованных источников выброса горного производства.

Степень опасности загрязнения атмосферного воздуха характеризуется наибольшим рассчитанным значением концентрации, соответствующим неблагоприятным для рассеивания вредных веществ метеорологическим условиям (НМУ), в том числе опасной скорости ветра. Нормы предназначены для расчета приземных концентраций выбрасываемых вредных веществ в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций.

В соответствии с существующей методикой по расчету концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ [2] определяем:

1. Максимальное значение (C_m) приземной концентрации всех загрязняющих веществ, выбрасываемых из источника при НМУ для рассеивания вредных веществ.

2. Опасность воздействия всех загрязняющих веществ, т. е. превышение расчетной концентрации (C_m) максимально разовой предельно допустимой концентрации (ПДК).

3. Расстояние (X_m) от источника выброса, на котором приземная концентрация всех загрязняющих веществ достигает максимального значения.

4. Выбираем вещество с наибольшим превышением максимально разовой ПДК и наибольшим расстоянием от источника выброса, где эта концентрация наблюдается. Дальнейшие расчеты выполняются по этому веществу.

5. В связи с тем, что критерием для определения размера санитарно-защитной зоны является не превышение на ее внешней границе и за ее пределами максимально разового значения предельно допустимой концентрации выбрасываемых веществ для атмосферного воздуха населенных мест [5,6], руководствуемся зависимостью определения приземной концентрации вредного вещества при опасной скорости ветра по оси факела выброса на различных расстояниях от источника [2]:

$$C_{\text{ПДК}} = C_{\text{м}}S, \text{ мг/м}^3 \quad (1)$$

где $C_{\text{ПДК}}$ – максимально разовое значение ПДК выбрасываемого из источника вещества, мг/м^3 (принимается по нормативам [5]);

$C_{\text{м}}$ – рассчитанное максимальное значение приземной концентрации вредного вещества выбрасываемой газо-воздушной смеси из организованного источника выброса, мг/м^3 ;

S – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от соотношения определяемого расстояния (X) и расстояния, где концентрация достигает максимального значения ($X_{\text{м}}$), а также коэффициента, учитывающего скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе.

6. Из формулы (1) находим значение безразмерного коэффициента S , соответствующего концентрации вредного вещества на уровне максимально разового значения ПДК:

$$S = C_{\text{ПДК}} / C_{\text{м}} \quad (2)$$

7. Анализируя предложенные в методике [2] зависимости для определения безразмерного коэффициента S , выбираем зависимость, при которой отношение $X/X_{\text{м}}$ находится в пределах от 1 до 8, так как меньше 1 по требованиям к СЗЗ оно быть не может, а больше 8 – маловероятно:

$$S = 1,13 / (0,13(X_{\text{ПДК}}/X_{\text{м}})^2 + 1) \quad (3)$$

где $X_{\text{ПДК}}$ – расстояние от источника выброса до границы санитарно-защитной зоны, м;

$X_{\text{м}}$ – расстояние от источника выброса, на котором приземная концентрация достигает максимального значения, м.

8. Из формулы (3) определяем расстояние $X_{\text{ПДК}}$, на котором концентрация загрязняющего вещества будет соответствовать ПДК:

$$X_{\text{ПДК}} = [X_m (1,13 - S) / 0,13 S]^{0,5}, \text{ м} \quad (4)$$

По формуле (4) находим расчетный (предварительный) размер СЗЗ при неблагоприятных метеоусловиях для рассеивания вредных веществ.

9. Уточняем размер санитарно-защитной зоны по всем румбам розы ветров, в соответствии с климатическим паспортом местности расположения источника выброса. Окончательные размеры СЗЗ для различных направлений ветра в зависимости от среднегодовой розы ветров района расположения источника выброса определяем по формуле:

$$L = X_{\text{ПДК}} (P/P_0), \text{ м} \quad (5)$$

где L – уточненный размер СЗЗ в направлении розы ветров, м;

$X_{\text{ПДК}}$ – размер санитарно-защитной зоны, полученный на основании проведенных расчетов, м;

P – среднегодовая повторяемость рассматриваемого направления ветра, %;

P_0 – повторяемость направлений ветров при круговой розе ветров, %.

Для группы близко расположенных организованных источников выброса для упрощения расчетов целесообразно объединить их в один условный объект и санитарно-защитную зону определять на основе графического моделирования в соответствии с рекомендациями [7].

Материалы данной работы могут быть использованы при проектировании горных предприятий, а также при нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферу реконструируемых и действующих горных предприятий. Предложенный алгоритм определения СЗЗ от организованных источников выброса рекомендуется для использования в учебном процессе при изучении дисциплин, касающихся экологии горного производства и охраны окружающей природной среды.

Список литературы:

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов», 2008.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД – 86. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 95 с.

3. Афанасьева Г.Е. Методология размещения отходов горнопромышленного производства с минимальными негативными экологическими последствиями // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: матер. XIII.Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. - Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2016. - Т.1. - С. 19-21.

4. Афанасьева Г.Е., Воропай Д.В. Выбор рационального варианта размещения отходов горных предприятий по критерию воздействия на атмосферу // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: матер. XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. - Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2017. - Т.1. - С. 118-121.

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 г. №554 «Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании».

6. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

7. Афанасьева Г.Е. Графическое моделирование санитарно-защитной зоны от близко расположенных отвалов и хвостохранилищ // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: матер. XIV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. - Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2017. - Т.1. - С. 114-117.

О ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТАХ РАБОТНИКОВ ГОРНО – МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Попов Евгений Анатольевич

Филиал НИТУ МИСиС, Россия, г. Губкин

студент 3 курса направления ГД

maritako18@yandex.ru, м.т. 89040822739

Перескокова Татьяна Аркадьевна

Филиал НИТУ МИСиС г. Губкин

solovjev@mail.ru м.т. 89192239765

доцент, кандидат педагогических наук

Аннотация

Рассмотрены профессиональные стандарты рабочих и специалистов горнодобывающей и металлургической отраслей. Показано различие в содержании стандартов горняков и металлургов. Обращено внимание на использование профессиональных стандартов в процессе обучения в вузах.

Ключевые слова: образовательные и профессиональные стандарты; квалификация; горное дело; металлурги; трудовые функции.

ABOUT THE PROFESSIONAL STANDARDS OF WORKERS OF THE MINING AND METALLURGICAL INDUSTRY

Popov Evgeny Anatolievich

Branch of NUST MISIS, Russia, Gubkin

the student of the 4 course of a direction of Mining

maritako18@yandex.ru, m.t. 89040822739

Pereskokova Tatiana Arkadievna

Branch of NUST MISIS, Russia, Gubkin

Associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences

Annotation

Professional standards of workers and specialists of mining and metallurgical industries are considered. The difference in the content of standards of miners and metallurgists is shown. Attention is paid to the use of professional standards in the process of education in universities.

Key words: educational and professional standards; qualification; mining; metallurgy; labor functions.

В 2013 году в массовом порядке начали создаваться профессиональные стандарты (ПС) как для рабочих профессий, так и для специалистов различного уровня. При этом структура ПС рабочих и специалистов одинакова, хотя понятна существенная разница их труда.

К сентябрю 2018 года в группе «Добыча, переработка угля, руд и других полезных ископаемых» утверждено четыре профессиональных стандарта следующих рабочих профессий: горнорабочий, машинист дробильно-помольных установок, машинист подземного самоходного оборудования, проходчик.

В группе «Металлургическое производство» к этому времени утверждено 105 профессиональных стандартов рабочих профессий и специалистов [1].

Профессиональный стандарт - характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, и некоторые требования к его квалификации (статья 195.1 Трудового кодекса РФ).

Какими же характеристиками представлена квалификация в профессиональном стандарте? Они раскрываются в содержании профессиональной деятельности по каждой должности (профессии). Профессиональный стандарт содержит:

- наименование вида профессиональной деятельности;
- основная цель вида профессиональной деятельности;
- отнесение к видам экономической деятельности;
- описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида трудовой деятельности) в виде обобщенных трудовых функций, разделяющихся на трудовые функции;
- характеристика обобщенных трудовых функций в виде:
 - уровень квалификации,
 - возможные наименования должностей,
 - требования к образованию и обучению,
 - требования к опыту практической работы,
 - особые условия допуска к работе.
- характеристика трудовых функций в виде:
 - уровень (подуровень) квалификации,
 - перечень трудовых действий,
 - необходимых умения,
 - необходимые знания.

Итак, в профессиональном стандарте установлены требования к уровню квалификации, к образованию и обучению и к опыту практической деятельности.

В Трудовом кодексе установлено 9 уровней квалификации:

- 1 – 3-й уровни ориентированы на рабочие профессии;
- 4 и 5-й уровни ориентированы на низшее звено руководства и требуют от работника умения руководить группой сотрудников и нести ответственность за результат работы этой группы (необходимо среднее профессиональное образование по специальности);
- 6-й уровень требует высшего образования по программе бакалавриата или среднего специального образования. Предполагает исключительно самостоятельную работу или работу по управлению группой людей (организацией или частью крупной организации). Характер умений — внедрение (улучшение) определенных технологических или методологических решений.
- 7-й уровень — это квалификация высшего руководства, ответственного за работу крупных организаций или подразделений, вследствие чего работник должен владеть навыками управления и стратегического планирования. Требования к высшему образованию в данном случае более серьезны: необходимо обучиться по программам специалитета или магистратуры;
- 8 и 9-й уровни определяют квалификацию, необходимую для высших должностей в крупных корпорациях и государстве, масштабной научной деятельности.

Из приведенного перечня квалификационных уровней следует, что выпускники организаций высшего образования, не имеющие опыта профессиональной деятельности, начнут приобретать его на 4 или 5 уровень квалификации. Основной же уровень квалификации бакалавров и специалистов – 6, что подтверждается в профессиональных стандартах.

Многочисленно проанализированы профессиональные стандарты работников горного дела и металлургии.

Рассмотрим профессиональный стандарт – «Сталевавар электропечи». В стандарте представлены трудовые действия рабочих бригады в составе: сталевавар и двое подручных. Их трудовые действия различаются, но они в совокупности составляют

технологический процесс: выплавка стали в электропечи. Это можно проследить по перечню обобщенных трудовых функций:

- выполнение подготовительных и вспомогательных работ при выплавке стали в электропечи;

- ведение технологического процесса выплавки стали в электропечи.

Трудовые действия первой обобщенной функции выполняются подручными при контроле сталевара, а трудовые действия второй обобщенной функции выполняются сталеваром с помощью подручных.

По сравнению с тарифно – квалификационными характеристиками этих профессий, приведенными в ЕКТС, в профессиональном стандарте определены конкретные трудовые действия рабочих, обобщенные в комплексные трудовые функции.

Профессиональные стандарты в группе «Добыча, переработка угля, руд и других полезных ископаемых» при полной идентичности их структуры по своему наполнению отличаются от приведенного стандарта металлургов. Рассмотрим стандарт – «Горнорабочий». Обобщенных трудовых функций - 5:

- выполнение подготовительных и вспомогательных работ при открытой добыче полезных ископаемых;

- выполнение горно – подготовительных работ общего характера при подземной добыче полезных ископаемых;

- выполнение вспомогательных операций при проведении геологических и маркшейдерских работ в горнодобывающих организациях;

- выполнение вспомогательных операций при производстве специальных работ при подземной добыче полезных ископаемых;

- выполнение комплекса вспомогательных работ при очистной выемке полезных ископаемых.

Перечень обобщенных трудовых функций показывает, что в этом стандарте работники объединены по квалификационному уровню (вспомогательный работник – квалификационный уровень 2 или 3), а трудовые действия они осуществляют в различных горнодобывающих организациях: карьерах, угольных разрезах, рудниках, шахтах.

Трудовые действия горнорабочих этих горнодобывающих организаций существенно различаются. А в соответствии с этим различаются требуемые умения и знания работников.

В настоящее время производство железорудных окатышей осуществляется не только на металлургических предприятиях, но и на горно - обогатительных комбинатах (ГОКи). Например, на Лебединском и Стойленском ГОКах Белгородской области.

Металлурги разработали и утвердили профессиональный стандарт «Работник по производству железорудных окатышей». В стандарте представлены трудовые действия работников по подготовке производства (техническое обслуживание оборудования), осуществлению окомкования железорудного концентрата, ведению процесса обжига для получения обожженных железорудных окатышей. Работники объединены общим процессом получения металлургического сырья. Этот стандарт может быть использован и в горной отрасли.

Рассмотрим также профессиональные стандарты специалистов – производственников, ориентированных на должности мастеров участка (цеха). Для горной отрасли такие стандарты не разработаны, а для металлургического производства они разработаны для каждого технологического передела (доменное, сталеплавильное, прокатное).

В действующем в настоящее время Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих (ЕКС) приведены должностные обязанности мастера участка без конкретизации производства [2]. А профессиональные стандарты специалистов разработаны для каждого конкретного производства.

Также как и для рабочей профессии, в стандарте специалиста указываются необходимые знания и умения для осуществления всех трудовых функций. Специалист должен освоить программу среднего профессионального или высшего образования.

Именно профессиональные стандарты специалистов, в первую очередь, будут использоваться для формулирования профессиональных компетенций выпускников вузов. В связи с этим, считаю необходимым обратить внимание на содержание деятельности специалиста (некоторые общие черты).

В основе деятельности специалиста – производственника в соответствии с ПС:

- контроль действий рабочих,
- контроль выполнения производственного задания,
- анализ информации и принятие решений,
- контроль технологического процесса,
- проведение собраний и оперативок,
- контроль соблюдения правил техники безопасности и экологических требований.

Это значит, что специалист должен знать технологию, оборудование, способы контроля и уметь анализировать технологический процесс, принимать решения, вести

документацию. Он должен быть способным руководить коллективом работников. Это должно учитываться в образовательном процессе вузов.

Многую обращено внимание на имеющее место несогласованность ПС специалистов с образовательными стандартами (ФГОС) в части формулирования требований к образованию работников. В соответствии с ФГОС требования к результатам обучения выпускников вузов формулируются в виде компетентностей (компетенций) [3]. А в профессиональных стандартах квалификационные требования выражены в виде знаний и умений.

Понятно, что профессиональные стандарты предназначены для всех сфер профессиональной деятельности. Прежде всего, они должны использоваться работодателями для формирования должностных обязанностей работников. Профессиональная деятельность работников напрямую связана с образованием (обучением), что и фиксируют стандарты. А сами профессиональные стандарты определяют содержание подготовки квалифицированных рабочих и специалистов через их трудовые функции. Следовательно, профессиональные и образовательные стандарты совместно должны «служить» экономике.

Список литературы

- 1.. ФГОС ВО. URL: <http://fgosvo.ru/> (дата обращения: 2018)
2. Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих. URL: [http:// bizlog.ru/eks/](http://bizlog.ru/eks/) (дата обращения: .2018).
3. Соловьев В.П., Перескокова Т.А. Профессиональные и образовательные стандарты на службе экономики. //Экономика в промышленности. 2017. №3.С. 258 – 268.

ПРОГНОЗ ЗАПЫЛЕННОСТИ ПОЧВЫ ОТ ПЛОЩАДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Афанасьева Галина Евгеньевна

Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

в г. Губкине Белгородской области, Россия, г. Губкин

e-mail: afanage@mail/ru

почтовый адрес: 309186 Белгородская обл., г. Губкин, ул. Победы, д. 48, кв. 22

телефон: 89056797778

подразделение организации: кафедра горного дела

должность, ученая степень: доцент, канд. техн. наук

Аннотация. В статье предложены принципы прогнозирования запыленности почвы от отвалов и хвостохранилищ, представлены прогнозные показатели запыленности территории в зависимости от объема складироваемых отходов горного производства

Ключевые слова: прогноз; отвалы; хвостохранилища; изолинии; запыленность почвы; климатический паспорт.

THE FORECAST OF DUST CONTENT OF THE SOIL FROM VULGAR SOURCES OF EMISSION OF THE MOUNTAIN ENTERPRISES

Afanasyeva Galina Evgenyevna

VO FGAOU branch "National University of Science and Technology " MISIS"

in Gubkin of the Belgorod region, Russia, Gubkin

e-mail: afanage@mail/ru

postal address: 309186 Belgorod Region, Gubkin, Pobedy St., 48, quarter 22

phone: 89056797778

division of the organization: department of mining

position, academic degree: associate professor, Cand.Tech.Sci.

Summary. In article the principles of forecasting of dust content of the soil from dumps and tailings dams are offered, expected indicators of dust content of the territory depending on the volume of the stored waste of mining are presented

Keywords: forecast; dumps; tailings dams; isolines; dust content of the soil; climatic passport.

Добыча полезных ископаемых из недр открытым способом сопровождается выдачей значительных объёмов вскрышных пород. В процессе первичной переработки выделяются отходы обогащения (хвосты), объёмы которых составляют 60 – 90% от всего объёма перерабатываемой горной массы. Размещение этих отходов на земной поверхности ведет к отчуждению больших земельных площадей. Кроме этого, принятые в настоящее время способы размещения отходов горного и перерабатывающего производств приводят к значительным изменениям окружающей среды. Изменяются не только первоначальные ландшафты, но и нарушается геохимическое равновесие целых районов.

Загрязнение окружающей среды вокруг железорудных предприятий в зависимости от господствующего направления ветра ощущается в радиусе 20 – 50 км. На 1 км² этой территории в сутки выпадает 5 – 15 кг пыли. Причём, 70% пылевых выбросов горных предприятий приходится на площадные источники выброса, к которым относятся отвалы вскрышных пород и хвостохранилища [1].

Воздушными потоками пыль переносится на значительные расстояния. Известно, что, если количество пыли, выпавшей на площади 1 га земли, превышает 58 кг в месяц, наблюдается угнетение жизнедеятельности растений и животных [2]. При мощности слоя выпавшей пыли около 4 – 5 см отмечается полная гибель всходов зерновых [3].

Вследствие этого идет интенсивное загрязнение окружающей среды, значительно изменяются экосистемы, снижается их биологическая продуктивность. Всё это ведет к ухудшению санитарно-гигиенических условий и пагубно сказывается на здоровье человека.

Сохранение окружающей среды от загрязнений сегодня является одной из важнейших задач. Поэтому при организации любого вида производства необходимо учитывать вероятные изменения в природной среде вследствие антропогенной деятельности, выполнять прогнозную оценку негативного воздействия на биосферу и использовать все возможные варианты для предотвращения нежелательных экологических последствий.

Прогнозирование запыленности почвы от отвалов и хвостохранилищ предлагается строить методом изолиний с учетом климатического паспорта исследуемой территории.

Для определения величины наземного выпадения пыли рекомендуется следующая зависимость:

$$X_{п.п.} = 86400 U hN_p \frac{C_{n.x.}}{Q_n} \quad (1)$$

где $X_{п.п.}$ - расстояние от источника пылевыведения до зоны с заданным значением массы наземного выпадения пыли, м;

U - средняя скорость воздушного потока, м/с;

h - высота слоя запыленного воздуха рабочей зоны (принимается, равной 2 м), м;

N_p - число пылящих дней в году по расчетному направлению воздушного потока, определяемое по формуле:

$$N_p = N_{п} \times k_v, \quad (2)$$

где $N_{п}$ - число пылящих дней в году, определяемое по климатическому паспорту исследуемой территории;

k_v - коэффициент среднегодовой повторяемости скорости ветра по расчетному румбу розы ветров, доли ед.;

$C_{п.х}$ - запыленность воздушного потока за ветровой тенью объекта пыления, мг/м³.
 Определяется по плану изозапыленности воздуха, построенному по методике, представленной в работе [4], для расстояния, вычисленного по формуле:

$$X_{п.в.} = K_{в.т.} \times H, \quad (3)$$

где $K_{в.т.}$ - коэффициент, зависящий от длины и высоты объекта пыления (таблица 1),

H - высота отвала, плотин хвостохранилища или относительная высота впадины рельефа от поверхности пыления до водораздельного склона, м;

$Q_{п}$ - заданное количество наземного выпадения пыли (задается по ПДК пыли в почве), мг/м².

Таблица 1

Зависимость коэффициента ветровой тени от параметров объекта пыления

Отношение длины объекта к его высоте	1	5	10	15	20	25	30
Коэффициент ветровой тени, $K_{в.т.}$	2,5	6,0	8,5	10,5	12,5	13,5	14,5

Расчеты запыленности почвы последовательно проводятся по всем румбам розы ветров исследуемого района. По результатам этих расчетов строится план изозапыленности почвы в контурах земельного отвода и за его пределами.

Прогнозную графическую модель запыленности почвы от отвалов и хвостохранилищ предлагается строить в следующей последовательности.

1. По представленным выше зависимостям рассчитывают величину наземного выпадения пыли по каждому румбу розы ветров в соответствии с климатическим паспортом исследуемого региона. Определение запыленности почвы проводят последовательно от объектов, которые при расчетном направлении ветрового потока первыми попадают в зону ветровой эрозии и оказывают влияние на запыленность, проходящего над ними, воздушного потока.

2. Результаты расчета с принятым шагом наносят на топографический план по каждому румбу розы ветров.

3. Для каждого объекта пыления отстраивают контуры факелов запыления в границах, от проекции расчетной стороны объекта пылевыделения до границ содержания пыли равного предельно допустимому значению.

4. На участках взаимного перекрытия факелов пыления расчетные значения содержания пыли, расположенные на одном расчетном уровне, суммируют.

5. Методом интерполирования строят изолинии запыленности земной поверхности от максимального их значения за контуром ветровой тени объектов до предельно допустимого значения.

6. Далее полученные фрагменты запыленности почвы по всем расчетным румбам розы ветров совмещают в единое целое через объекты пыления, получают план изозапыленности почвы рассматриваемой территории.

Данная методика апробирована применительно к условиям фактического размещения отходов горного производства Старооскольского железорудного региона. Сравнение расчётных и фактических показателей запыленности почвы свидетельствует о близкой их сходимости, отклонения составляют не более $\pm 12\%$.

Применительно к условиям разработки месторождений Старооскольского железорудного региона КМА установлены прогнозные показатели запыленности территории в зависимости от объема складированных отходов горного производства. По ним построена номограмма для определения прогнозных показателей массы и радиуса зон запыленности почвы, позволяющая определять ожидаемый экономический ущерб от пылевых выбросов с отвалов и хвостохранилищ (рис. 1).

Материалы и результаты представленной работы могут быть использованы на стадии проектных проработок по дальнейшему развитию существующих ГОКов и при выполнении проектов открытой разработки новых месторождений КМА.

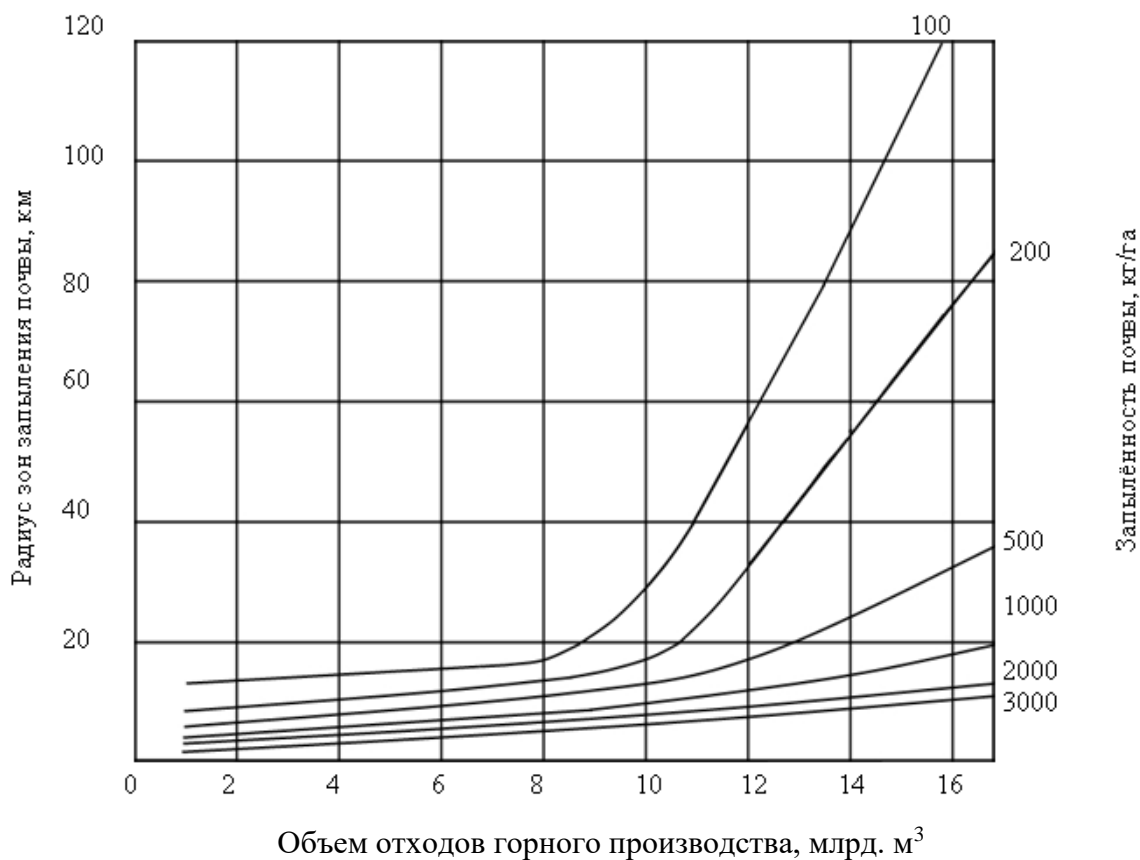


Рис. 1. Номограмма для определения массы и радиуса зон запылённости почвы

Список литературы

1. Афанасьева Г.Е. Гигиенический анализ состояния земельного фонда и фоновой запыленности // Региональные гигиенические проблемы и стратегия охраны здоровья населения. Научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, вып.10. М., 2004. С.32-37.
2. Промышленная ботаника / Е.Н. Кондратюк, В.П. Тарабрин, В.И. Бакланов и др. - Киев, Наук. Думка, 1980. - 260 с.
3. Дороненко Е.П. Рекультивация земель, нарушенных открытыми разработками. - М.: Недра, 1979. - 263 с.
4. Афанасьева Г.Е. Методология размещения отходов горнопромышленного производства с минимальными негативными экологическими последствиями // Материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. «Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство». – Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2016. С. 19 – 21.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДВЕСКИ СТРЕЛЫ ЭКСКАВАТОРА ЭКГ-10Р

Дородный В.К., студент 5 курса

Терехин Е.П., доцент, канд. техн. наук

*Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
в г. Губкине Белгородской области, Россия,
teryekhin50@mail.ru, +7(910) 369-75-33*

Аннотация. В статье приведена методика расчета усилий в подвеске стрелы экскаватора ЭКГ-10 и обоснована замена существующей канатной системы на более долговечные ванты фирмы PFIEFER.

Ключевые слова: расчет; канатная подвеска стрелы ЭКГ-10; ванты PFIEFER.

ECG-10.UPGRADING THE SUSPENSION ARM OF THE EXCAVATOR EKG-10R

V. K. Dorodny, 5th year student

Teryekhin E. P., associate Professor, kand. doctor of technical Sciences

*Branch of Federal STATE Autonomous educational institution "national research technological
University "MISIS" in Gubkin, Belgorod region, Russia,
teryekhin50@mail.ru, +7(910) 369-75-33*

Annotation. In the article the technique of calculation of forces in the suspension arm of the excavator EKG-10 and justified the replacement of the existing cable car system on a more durable guy of the company PFIEFER.

Keywords: calculation; a rope suspension boom EKG-10; guys PFIEFER.

При экскавации скальных пород стрела карьерного экскаватора воспринимает значительные нагрузки, особенно во время переходных режимов нагружения, которые частично компенсируются гибкой подвеской верхней секции. Поддержание верхней секции стрелы в ненагруженном и нагруженном состоянии осуществляется двумя канатными растяжками диаметром 45,5 мм, каждая из которых посредством блоков, коромысел и клиновых коушей выполнена в виде полиспастной четырехветвевой системы. Эта система позволяет использовать канат небольшого диаметра, распределяя равномерно нагрузку в ветвях, однако деформирует канаты при огибании блоков и сокращает их срок службы.

В карьере ОАО «Стойленский ГОК» средний срок службы растяжек стрелы экскаваторов ЭКГ-10Р не превышает 6 месяцев. На экскаваторах серии ЭКГ-12, в частности на экскаваторе ЭКГ-12К, применена конструкция подвески стрелы системы PFIEFER, которая включает в себя четыре ветви вант. Каждая растяжка этой конструкции состоит из специального каната диаметром 65 мм, один конец которого с фитингом шарнирно закреплен на балансирах двуногой стойки, а второй – на кронштейне верхней секции стрелы возле головного блока. Эти ванты, отработав гарантийный пятилетний

срок в карьере, продолжают эксплуатироваться без видимых дефектов канатов и фитингов (коушей).

Эксплуатационные преимущества современной вантовой подвески по сравнению с канатной системой заключаются в увеличении надежности и срока службы с одной стороны, и сокращении простоев при замене подвески – с другой. Это обуславливает актуальность проблемы по снижению эксплуатационных затрат экскаваторов старой конструкции.

Для замены канатной растяжки на вантовую необходимо рассчитать усилие в подвеске при максимальном ее нагружении. Расчетная схема для определения подъемных и напорных усилий в канатах может быть составлена с учетом методик для расчета усилий в канатах экскаватора механическая лопата производства ОАО «Уралмашзавод» согласно рекомендациям Н.Г.Домбровского, Р.Ю.Подэрни, В.С. Квагинидзе [1] и др. Для определения графоаналитическим методом усилий, возникающих в канатах при экскавации в расчетном положении, при постоянном угле наклона стрелы $\alpha = 45^\circ$ когда рукоять горизонтальна, а подъемное усилие приложено к ковшу вертикально ($\beta = 90^\circ$ и $\gamma = 0^\circ$) была разработана расчетная схема (Рис.1).

Существующая методика предполагает определение нагрузок при номинальной скорости подъема ковша, принимая во внимание условия устойчивости экскаватора при работе на среднем вылете ковша, когда подъемный канат вертикален, с учетом работы на скальных разрыхленных грунтах с максимальными усилиями на зубьях ковша.

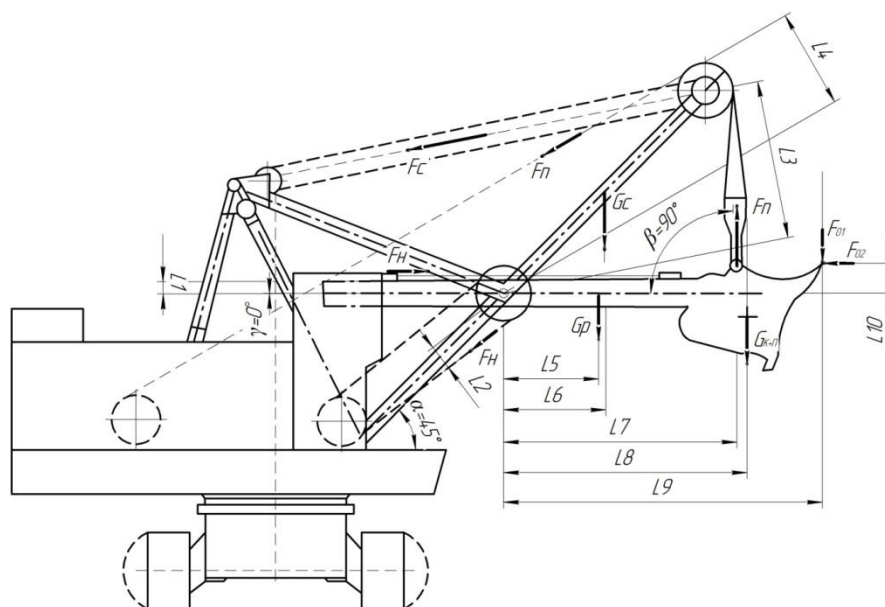


Рисунок 1 - Схема для определения усилий в канатах

Усилия в подъемном и напорном канатах, определенные графоаналитическим методом в зависимости от силы копания (ее касательной F_{01} и нормальной F_{02}

составляющих), не превышают максимально допустимых паспортных значений при экскавации тяжелых пород. Но для проведения модернизации необходимо выполнить расчеты усилия в подвеске с учетом максимальных усилий напора и подъема, взятых из технической документации ЭКГ-10. Соответственно, увеличивается сила копания F_{01} и нормальная реакция породы копанию и $F_{02}:F_{\Pi} = 1000 \text{ кН}; F_{\Pi} = 500 \text{ кН}; F_{01} = 352 \text{ кН}; F_{02} = 264 \text{ кН}$.

Анализ методик для определения нагрузок в канатах карьерных экскаваторов показывает, что они все сводятся к расчету усилия в подъемном и напорном канатах и не указывают алгоритма расчета усилия в канатах подвески стрелы. Поэтому для этой цели была применена к экскаватору методика расчета усилия в канатах подвески стрелы грузоподъемного крана [2]. Решение уравнения моментов относительно оси седлового подшипника дает формулу для определения усилия F_c :

$$F_c = \frac{F_H \cdot L_1 + F_{\Pi} \cdot L_2 - F_{\Pi} \cdot L_4 + G_P \cdot L_5 + G_C \cdot L_6 - F_{\Pi} \cdot L_7 + G_{K+\Pi} \cdot L_8 + F_{01} \cdot L_9 - F_{02} \cdot L_{10}}{L_3},$$

где F_H – усилие в канате напора, кН;

F_{Π} – усилие в канате подъема, кН;

G_P – сила тяжести рукояти, кН;

G_C – сила тяжести стрелы, кН;

$G_{K+\Pi}$ – сила тяжести ковша с породой, кН;

F_{01} – касательная составляющая усилия сопротивления копанию, кН;

F_{02} – нормальная реакция породы, кН;

L_1, L_2, \dots, L_{10} – плечи действия сил до осиседлового подшипника, м.

По величине расчетного усилия на подвеске $F_c = 1320 \text{ кН}$ с учетом распределения нагрузки на 4 ванты при коэффициенте запаса прочности $k = 6$ были выбраны ванты системы PFIEFER из грузового каната PV420 диаметром $\varnothing = 65 \text{ мм}$ и разрывным усилием $F = 2132 \text{ кН}$ с заделкой Type 802. Повышенные технические характеристики данного каната обеспечиваются за счет системы свивки каната PV420, которая имеет S-образную форму проволок наружного слоя, способствующая упругим деформация (Рис.2) и удержанию смазки. Поверхности элементов каната имеют гальванизированное покрытие 80 мкм, что заметно продлевает срок его эксплуатации до 5-ти лет.

Применение новой подвески не требует особых изменений в конструкции узлов ее крепления к двуперной стойке и головной оси стрелы экскаватора ЭКГ-10Р. Нижние фитинги вант могут быть закреплены на проушинах тех же коромысел, а верхние - на серьгах, установленных на головной оси стрелы вместо блоков подвески стрелы.

Технический уровень ремонтной базы ОАО «Стойленский ГОК» позволяет выполнить предлагаемую модернизацию подвески стрелы экскаватора ЭКГ-10Р без привлечения сторонних организаций.

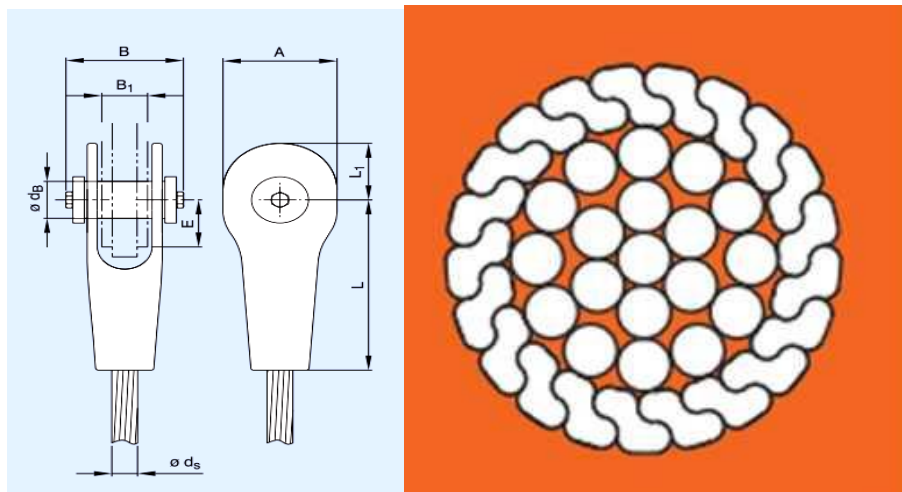


Рисунок 2 – Конструкция каната вант и фитингов фирмы PFEIFER

Расчет экономической эффективности замены существующей подвески стрелы на экскаваторе ЭКГ-10Р на ванты системы PFEIFER показывает целесообразность такой модернизации. Расчетный годовой экономический эффект в размере 670 тыс. руб достигается за счет того, что не смотря на высокую стоимость комплекта вант (850 тыс. руб), долговечность системы PFEIFER снижает ежегодные затраты по замене канатной подвески (55 тыс. руб) и ежегодные простои экскаватора по этой причине (14,4 часа или 615 тыс. руб). Кроме того замена подвески стрелы является не простой операцией в технологии ремонтных работ на высоте с применением грузоподъемной техники. Поэтому в целом снижение количества замен повышает безопасность ремонтных работ.

Разработанная методика определения нагрузок в подвеске стрелы экскаватора позволит применить современную вантовую систему PFEIFER на машинах серии ЭКГ-10, снизив затраты на их эксплуатацию и повысив производительность основной добычной горной техники в карьере.

Список литературы

1. Подэрни Р. Ю. Механическое оборудование карьеров: учебник / Р. Ю. Подэрни. – М.: Изд-во М ГГУ, 2007.
2. Александров М.П. Грузоподъемные краны: в 2-х кн. /М.П. Александров. – М.: Машиностроение, 1981.

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

Т.А. Левина¹, Т.Ю. Серпуховитина²

¹*«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
в г. Губкине Белгородской области, Россия*

²*«Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»,
Старооскольский филиал, Россия*

levinal1958@mail.ru; uchrggru@yandex.ru.

В статье приведены результаты комплексного изучения и анализа состояния атмосферного воздуха в зоне воздействия объектов добычи и переработки железных руд на территории Старооскольско-Губкинского промышленного района Белгородской области.

Ключевые слова: геоэкология; мониторинг; горнодобывающий комплекс; техногенные загрязнения; стационарные источники выбросов.

MONITORING OF AMBIENT AIR QUALITY ON THE TERRITORY OF STARY OSKOL-GUBKIN INDUSTRIAL AREA

T. A. Levina¹, T. Y. Serpukhovitina²

¹*"National research technological University" MISIS» in Gubkin, Belgorod region, Russia*

²*"Russian state geological prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze", Starooskolsky
branch, Russia*

The article presents the results of a comprehensive study and analysis of the state of atmospheric air in the area of impact of objects of mining and processing of iron ores in the territory of Starooskolsko-Gubkin industrial district of the Belgorod region.

Key words: geocology; monitoring; mining complex; technogenic pollution; stationary sources of emissions.

Города Губкин и Старый Оскол входят в состав территории Курской магнитной аномалии, поэтому производственные мощности наиболее крупных предприятий базируются на использовании обширных запасов железных руд. Максимальная трансформация экосистем фиксируется в Старооскольско-Губкинском горнопромышленном районе. Это обусловлено концентрацией различных техногенных объектов: ЗАО «Осколцемент», ООО «ОСМиБТ» (ООО «Объединение строительных материалов и бытовой техники»), шахт комбината «КМА-руда», Лебединского и Стойленского карьеров, отвалов вскрышных пород, ДОФ, хвостохранилищ, Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК), городов Старый Оскол и Губкин и их техносферы – на относительно небольшой площади – около 500 км² сосредоточено около 185 промышленных объектов.

Таким образом, на рассматриваемой территории сосредоточен большой комплекс техногенных образований, с высокой концентрацией промышленных предприятий с удельным выбросом от стационарных источников от 0,183 до 0,642 тыс. т/км, оказывающих достаточно высокую экологическую нагрузку на атмосферу и другие компоненты окружающей среды, что является решающим фактором в формировании состава атмосферного воздуха [1,2].

В выбросах предприятий различных отраслей промышленности содержится большое число вредных примесей. Загрязнение атмосферного воздуха газами и пылевыми выбросами при металлургическом производстве, при буровзрывных, погрузочно-разгрузочных и транспортных работах, при дроблении руды и ее переделе, а также при пылении отвалов хвостохранилищ, складов готовой продукции. Наибольшее загрязнение воздушного бассейна (в технологии горнодобывающих предприятий) происходит во время массовых взрывов в карьерах. К выбросам пыли при взрывах добавляется и пыление незадернованных отвалов. При сжигании топлива (котельные, автотранспорт и т.д.) в атмосферу выбрасываются в большом количестве оксид углерода, оксиды азота, взвешенные вещества (пыль, сажа, зола и т.п.), а также углеводороды.

Исследованиями было установлено, что без проведения взрывных работ на Лебединском карьере доля выбросов в атмосферу г. Губкина от объектов ЛГОКа по диоксиду азота составляет 79,1 %. По пылю неорганической с содержанием от 70 до 20% SiO_2 доля выбросов от хвостохранилища Лебединского ГОКа в атмосферу г. Губкина составляет 68,9 %. В г. Старый Оскол без выполнения взрывных работ на Стойленском карьере, доля выбросов в атмосферу от объектов СГОКа по пыли неорганической с содержанием от 70 до 20 % SiO_2 составляет 26,1 %. По диоксиду азота доля выбросов от объектов Стойленского ГОКа в атмосферу незначительна по сравнению с выбросами АО «ОЭМК» (69,5 %) и ЗАО «Осколцемент» (27,6 %). Следует отметить, что здесь не учитывался вклад городского автотранспорта в загрязнение атмосферы городов Губкина и Старого Оскола [3].

Для эффективного прогноза возможных изменений состояния экогеосистем под воздействием работы горнодобывающих предприятий, а также для выявления неблагоприятных процессов, происходящих в таких системах, необходимо вести комплексный мониторинг их состояния.

Контроль загрязнения атмосферы в городе осуществляется на двух стационарных постах наблюдений Старооскольской комплексной лаборатории мониторинга окружающей среды Белгородского областного центра по гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды. Оценка загрязнения атмосферного воздуха городов

Старый Оскол и Губкин дана в соответствии с существующими нормами предельно-допустимой концентрации (ПДК) высоких и экстремально-высоких уровней загрязнения.

Контроль за состоянием атмосферного воздуха в г.г. Старый Оскол и Губкин ведется ежедневно. Отбор проб воздуха в г. Старый Оскол проводился на трех стационарных постах: ПНЗ № 1 (м-н Лебединец), ПНЗ № 2 (ул. Октябрьская, 5), ПНЗ № 3 (м-н Жукова, 28). В г. Губкин отбор проб воздуха проводился на двух стационарных постах. На ПНЗ № 1 (п. Лебеди, ул. Народная, 26), на ПНЗ № 3 (ул. Советская, 25).

В целом по городам были отобраны и проанализированы пробы на следующие ингредиенты: пыль, диоксид серы, диоксид азота, оксид углерода, оксид азота, бенз(а)пирен и тяжелые металлы. В 2016 году экстремально-высокого и высокого уровней загрязнения не отмечалось. Данные за год по г.г. Губкин и Старый Оскол представлены в табл. 1-3.

Таблица 1

Информация по выбросам г. Губкин, 2016 г.

Месяц/ЗВ	Пыль мг/м ³		Диоксид серы мг/м ³		Оксид углерода мг/м ³		Диоксид азота мг/м ³	
		ПДК _{с.с}		ПДК _{с.с}		ПДК _{с.с}		ПДК _{с.с}
Январь	0,1	0,7	0,007	0,12	1,0	0,3	0,05	1.25
Февраль	0,1	0,7	0,006	0,14	1,0	0,3	0,03	1,25
Март	0,1	0,7	0,007	0,14	1,0	0,3	0,03	0.75
Апрель	0,1	0,7	0,006	0,12	1,0	0,3	0,03	0,75
Май	0,1	0,7	0,006	0,12	1,0	0,3	0,03	0.75
Июнь	0,1	0,7	0,006	0,12	1,0	0,3	0,04	0.75
Июль	0,1	0,7	0,007	0,14	1,0	0,3	0,04	0.75
Август	0,1	0,7	0,006	0,12	1,0	0,3	0,03	0.75
Сентябрь	0,1	0,7	0,006	0,12	1,0	0,3	0,03	0.75
Октябрь	0,1	0,7	0,007	0,16	1,0	0,3	0,03	0.75
Ноябрь	0,1	0,7	0,008	0,14	1,0	0,3	0,03	0.75
Декабрь	0,1	0,7	0,008	0,16	1,0	0,3	0,03	0,75
Средняя по году	0.1081		0.0068		0.9067		0.0348	

Таблица 2

Информация по выбросам г.г. Губкин и Старый Оскол, 2016 г.

Наименование ЗВ	ПДК	Губкин	Старый Оскол
Бенз(а)пирен мкг/м ³	1.0	0.477	0.48
Тяжелые металлы мкг/м ³			
свинец	0.3	0.0076	0.0084
железо		2.19	2.174
медь	2.0	0.0465	0.0679
цинк	50	0.0932	0.0839

никель	1.0	0.00889	0.0028
марганец	1.0	0.0312	0.0549
хром	1.5	0.0412	0.0111
Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)		2.1	3.55

Таблица 3

Информация по выбросам г. Старый Оскол, 2016 г.

Месяц/ ЗВ	Пыль мг/м ³		Диоксид серы мг/м ³		Оксид углерода мг/м ³		Диоксид азота мг/м ³		Оксид азота мг/м ³	
		ПДК _{с.с}		ПДК _{с.с}		ПДК _{с.с}		ПДК _{с.с}		ПДК _{с.с}
Январь	0.1	0.7	0.007	0.14	1.0	0,3	0.05	1.25	0,01	0,17
Февраль	0.1	0.7	0.007	0.14	1.0	0.3	0.04	1.0	0,01	0,17
Март	0.1	0.7	0.008	0.16	1.0	0.3	0.04	1.0	0,01	0,17
Апрель	0.1	0.7	0.007	0.14	1.0	0.3	0.04	1,0	0,01	0,17
Май	0.1	0.7	0.008	0.16	1.0	0.3	0.04	1.0	0.01	0.33
Июнь	0.1	0.7	0.007	0.14	1.0	0.3	0.03	0.75	0.01	0.17
Июль	0.1	0.7	0.007	0.14	1.0	0.3	0.04	1.0	0.01	0.17
Август	0.1	0.7	0.007	0.14	1.0	0.3	0.03	0.75	0.01	0.17
Сентябрь	0.1	0.7	0.007	0.14	1.0	0.3	0.03	0.75	0.01	0.3
Октябрь	0.1	0.7	0.007	0.16	1.0	0.3	0.04	1.0	0.01	0.17
Ноябрь	0.1	0.7	0.008	0.16	1.0	0.3	0.04	1.0	0.01	0.17
Декабрь	0.1	0.7	0.008	0.14	1.0	0.3	0.04	1.25	0,01	0,33
Средняя по году	0.1026		0.0072		1.1717		0.0373		0.0136	

Сравнивая данные за исследуемые периоды наблюдаем в г. Губкин увеличение средних концентраций по диоксиду азота в январе, по диоксиду серы в ноябре-декабре, по пыли в ноябре, бенз(а)пирену в ноябре, по остальным ингредиентам – равномерное. В г. Старый Оскол – увеличение средних концентраций по диоксиду азота наблюдалось в январе, а также в декабре, по бенз(а)пирену в январе, феврале, по формальдегиду с апреля по сентябрь, по остальным ингредиентам – равномерное в течение года.

Анализ результатов расчетов рассеивания показал, что преобладающими загрязняющими веществами приземного слоя атмосферы на территории Старооскольско-Губкинского промышленного региона являются: оксиды азота, оксид углерода и пыль неорганическая с содержанием 70-20 % SO₂, в зависимости от направления и скорости ветра, может загрязнять территории более 1 ПДК_{м.р} вокруг источника выбросов на расстоянии порядка 18 и 12 км соответственно. Однако, экстремальных и экстремально-высоких уровней загрязнения на территории городов за последние 10 лет не выявлено, превышения ПДК есть только по бенз(а)пирену. Остальные показатели в норме.

В то же время в последние годы в формировании качества воздушной среды возрастает роль автомобильного транспорта. В настоящее время выбросы автотранспорта являются приоритетным источником загрязнения атмосферы – более 55% от всех выбросов: оксида углерода – 80 %, диоксида азота – 46 %, углеводородов – 96 %, это приросте уровня автомобилизации за последние 5 лет только по Губкинскому району на 11,2 %.

В последние годы на Старооскольско-Губкинской территории наметились положительные сдвиги по решению экологических проблем, сохранения природных ресурсов и окружающей среды.

Вокруг всех крупных промышленных предприятий существуют санитарно-защитные зоны, на границах которых проводятся замеры на запыленность и загазованность воздуха, все анализы строго контролируются. На хвостохранилище ОАО «Лебединский ГОК» в пределах санитарно-защитной зоны проведено облесение отвалов и оглинивание хвостов.

В городах проделана большая работа по озеленению, созданию газонов, создаются новые парки и скверы.

Организована городская система учета объектов и предприятий, загрязняющих окружающую природную среду. Для предприятий - природопользователей городов Губкина и Старого Оскола установлены нормативы допустимого воздействия на окружающую среду. Более 20 лет Старооскольской комплексной лабораторией мониторинга окружающей среды проводится экологический мониторинг Старооскольско-Губкинской территории.

Литература

1. Котенко, Е.А. Геоэкологические проблемы КМА и пути их решения / Е.А. Котенко, В.Н. Морозов, В.К. Кушнеренко, В.Н. Анисимов // Горная промышленность. – М., 2003. №2.
2. Петин, А.Н. Минерально-сырьевые ресурсы Курской Магнитной аномалии и экологические проблемы их промышленного освоения / А.Н. Петин // Вестник РУДН Сер. Инженерные исследования, 2006, № 11(12).
3. Тиганова, Ю.В. Проблемы загрязнения атмосферы при развитии горнодобывающих предприятий в Старооскольско-Губкинском промышленном регионе / Ю.В. Тиганова, Т.В. Холодова, Е.В. Филиппова // Горная книга. – М., 2006. №5. с.165-167. ГИАБ

СЕКЦИЯ: ГОРНОЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 621.6

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО СИЛЬФОННОГО КОМПЕНСАТОРА С УЧЕТОМ КОНТАКТА МЕЖДУ СЛОЯМИ

Авдеев В.И., Подгорный И.Е.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)

ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm sti misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240

Аннотация. Рассмотрено напряженно-деформированное состояние однослойного и многослойных сильфонных компенсаторов, нагруженных внутренним давлением при независимой работе и совместной работе слоев компенсатора. Расчет выполнен методом конечных элементов с использованием универсального комплекса «ЗЕНИТ-95».

Ключевые слова: компенсатор сильфонный однослойный; компенсатор сильфонный многослойный; эквивалентные напряжения; метод конечных элементов; локальный контакт; «Зенит – 95».

STUDY OF THE STRESSED-DEFORMED STATE OF A MULTILAYER BELLOW COMPENSATOR WITH ACCOUNT OF CONTACT BETWEEN LAYERS

Avdeev V.I., Podgorny I.E.

StaryOskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, StaryOskol

Annotation. The stress-strain state of single-layer and multi-layer bellows compensators loaded with internal pressure during independent operation and joint operation of the compensator layers is considered. The calculation is performed by the finite element method using a universal complex «ZENIT-95».

Keywords: single-layer bellows compensator; multi-layer bellows expansion joint; equivalent voltages; finite element method; local contact; «Zenit – 95».

В аппаратах химической, металлургической, атомной и смежных отраслях промышленности, нагруженных давлением и нагрузкой от осевых перемещений, широко используют сильфонные компенсаторы.

Методы расчета на прочность однослойных компенсаторов достаточно полно изложены в ГОСТ 30780-2002 [1]. В пункте 5.6 [1] допускается определять напряжения компенсаторов более точным методом (например методом конечных элементов). Следует отметить, что методы расчета многослойных компенсаторов не достаточно освещены в литературе.

В работе исследовано напряженно-деформированное состояние (НДС) компенсаторов на примере трехволновых однослойного и многослойных (двух, пяти и десятислойных) сильфонных компенсаторов, нагруженных внутренним давлением в условиях силовой компенсации (торцы компенсаторов закреплены). Расчет выполнен с использованием универсального комплекса ЗЕНИТ-95 [2], реализующего метод конечных элементов.

Конечно-элементная модель сильфонного компенсатора (рис. 1) разбита на угловые сектора в 5° . Модель состоит из колец (поз. 1), смоделированных 98 объемными элементами, и трех волн (поз. 2) сильфонного компенсатора, смоделированных пластинчатыми элементами.

Сектор в 5° трехволнового компенсатора разбит на 84 пластины (одна волна - 28 пластин, три волны - 84 пластины, один слой компенсатора - 1792 пластины). Пластины приварены к кольцам, торцы которых зафиксированы от перемещений по оси x.

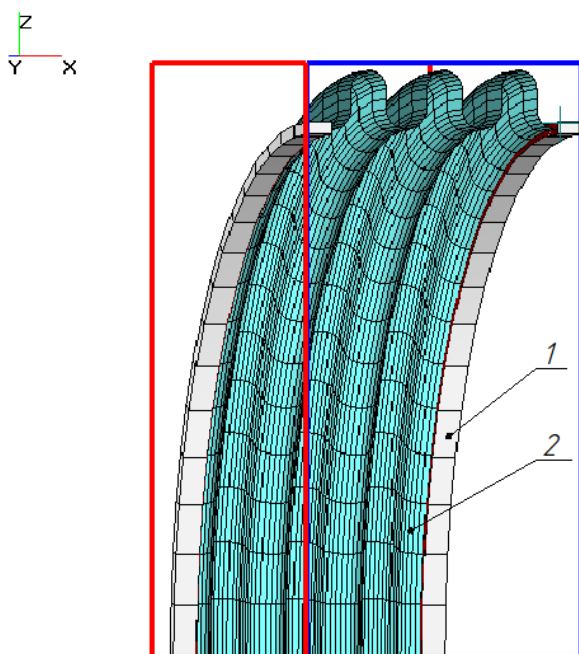


Рис.1. Конечно-элементная модель

В расчетах постоянными параметрами являлись: $l = 32$ мм - ширина волны; $h = 24,3$ мм - высота волны; $d = 428$ мм - расчетный диаметр впадины 1-го слоя волны компенсатора (нумерация слоев возрастает в радиальном направлении), $s = 5$ мм - толщина стенки однослойного компенсатора (суммарная толщина стенок многослойных компенсаторов), $P = 2,15$ МПа – внутреннее давление в компенсаторе (обозначения параметров приняты по ГОСТ 30780-2002).

Выделим характерные зоны в компенсаторе (рис. 2): I – зона верхнего тороидального перехода, II – зона нижнего тороидального перехода, III – прямолинейный участок.

В результате расчетов получены эквивалентные напряжения в однослойном компенсаторе толщиной 5 мм (рис. 2). Наибольшие напряжения возникают в зонах II и III средней волны и составляют 66,9 МПа. На рисунке видно, что напряжения в каждом элементе средней волны больше, чем напряжения в идентичных элементах крайних волн, т.е. имеет место неравномерность НДС по волнам компенсатора.

Следует отметить, что эквивалентные напряжения в тороидальных переходах (зоны I и II), полученные с использованием универсального комплекса ЗЕНИТ-95 [2] хорошо согласуются с результатами ручного счета по методике, изложенной в [1].

На рисунках 3 представлены эквивалентные напряжения в многослойных компенсаторах при гипотезе независимой работы каждого слоя в отдельности (на каждый слой действует давление $P_1=P/z$, где z - количество слоев в компенсаторе; толщина каждого слоя компенсатора $s_1=s/z$). Применение данной гипотезы позволяет рассчитать многослойные компенсаторы по методике расчета для однослойных компенсаторов, т.е. по [1].

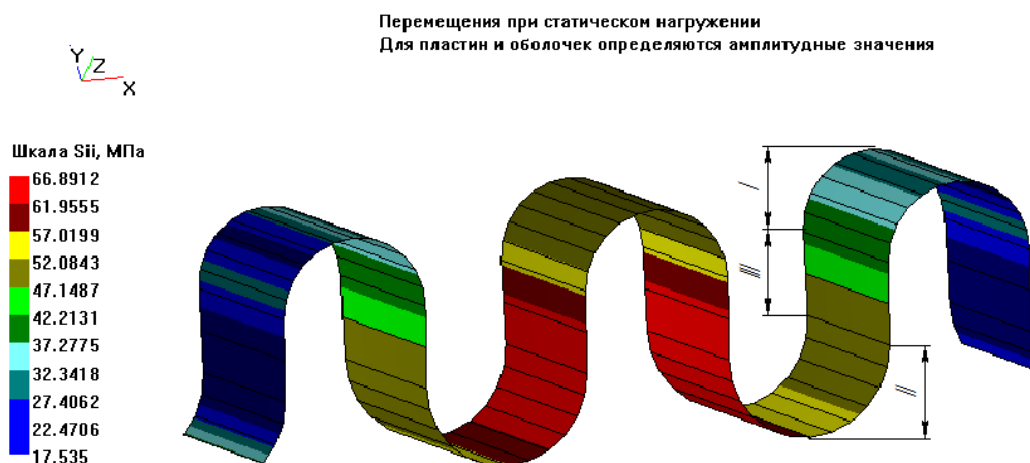
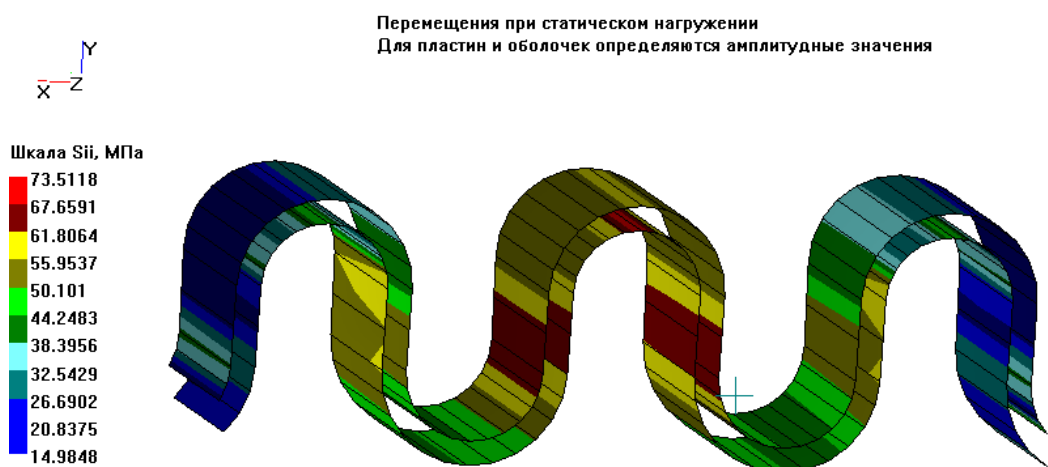


Рис.2. Эквивалентные напряжения в однослойном компенсаторе толщиной 5 мм

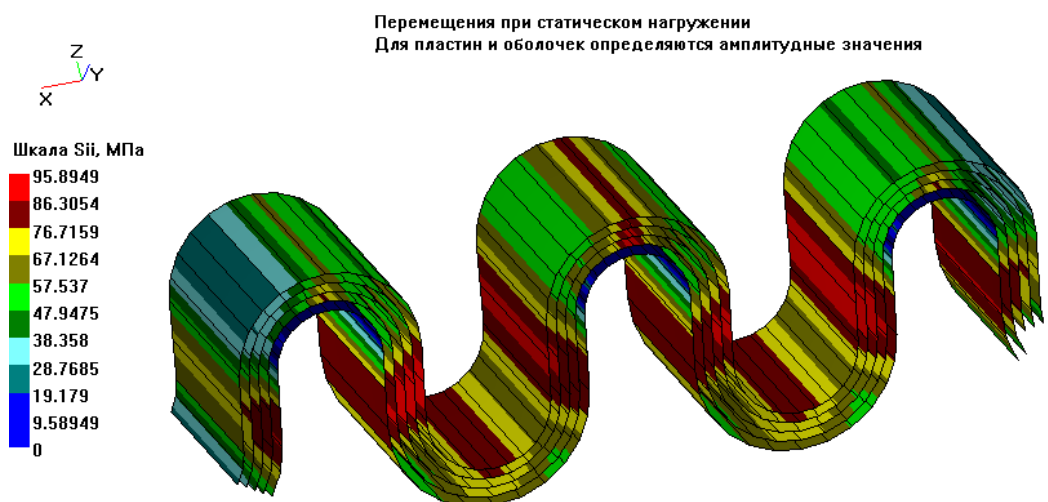
В двухслойном компенсаторе наибольшие напряжения возникают в зоне I и составляют 73,5 МПа, в пятислойном компенсаторе в зонах I и III (95,9 МПа), в десятислойном компенсаторе в зоне III (129 МПа). Тенденция роста напряжений в компенсаторах в зонах I и II прослеживается также и в [1] (при уменьшении толщины стенки компенсатора). Однако зона III в [1] не рассмотрена.

На рис. 4 представлены эквивалентные напряжения в многослойных компенсаторах с учетом совместной работы слоёв компенсатора. Для этого в КЭ модель введен локальный контакт соседних слоев компенсатора. Внутреннее давление ($P=2,15$ МПа) задано только на первый (внутренний слой компенсатора), что соответствует реальным условиям работы компенсатора.

При сравнении рисунков 3а и 4а (двухслойный компенсатор) выявлено, что максимальные напряжения изменились незначительно, но произошло перераспределение напряжений. При локальном контакте слоев напряжения в зоне I снизились с 73 МПа до 50 МПа, в зонах II и III возросли с 67 МПа до 73 МПа.



а – эквивалентные напряжения в двухслойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 2,5 мм

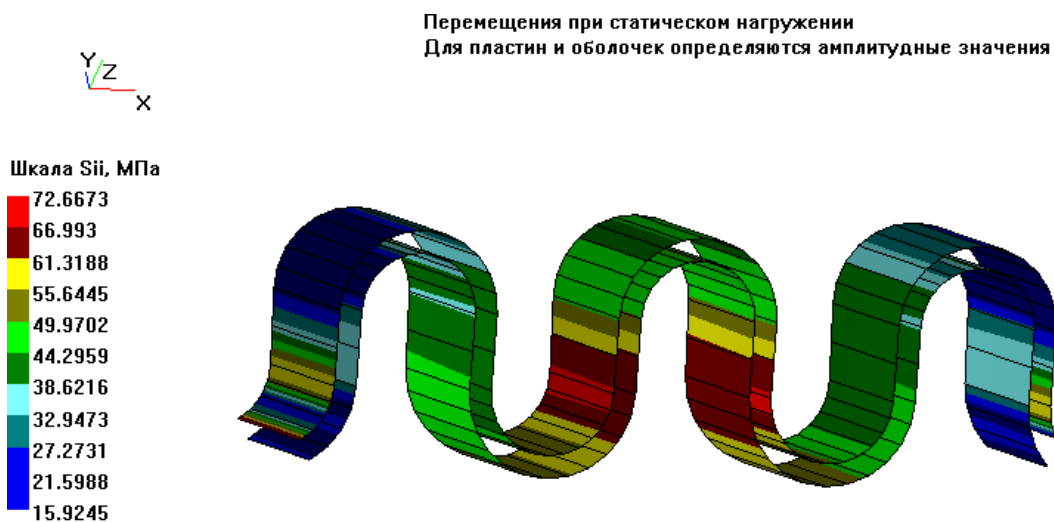


б – эквивалентные напряжения в пятислойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 1 мм

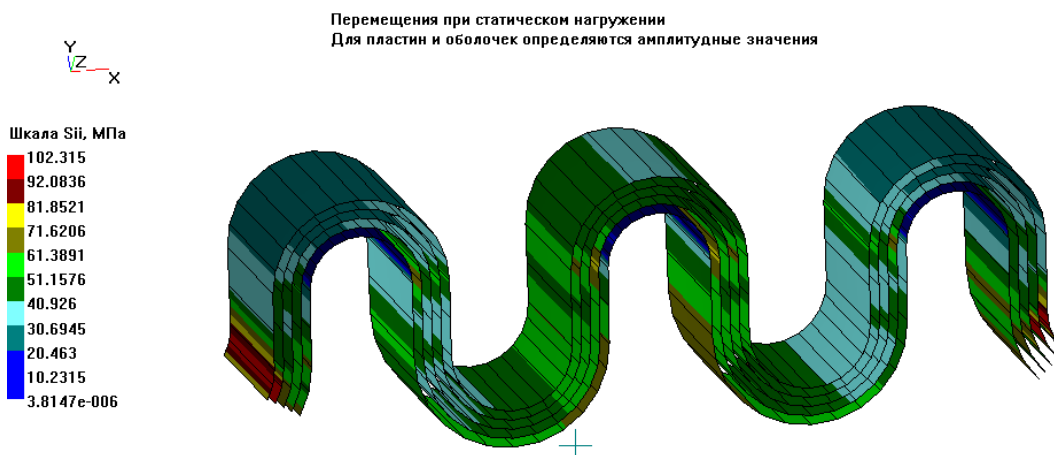


в – эквивалентные напряжения в десятислойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 0,5 мм

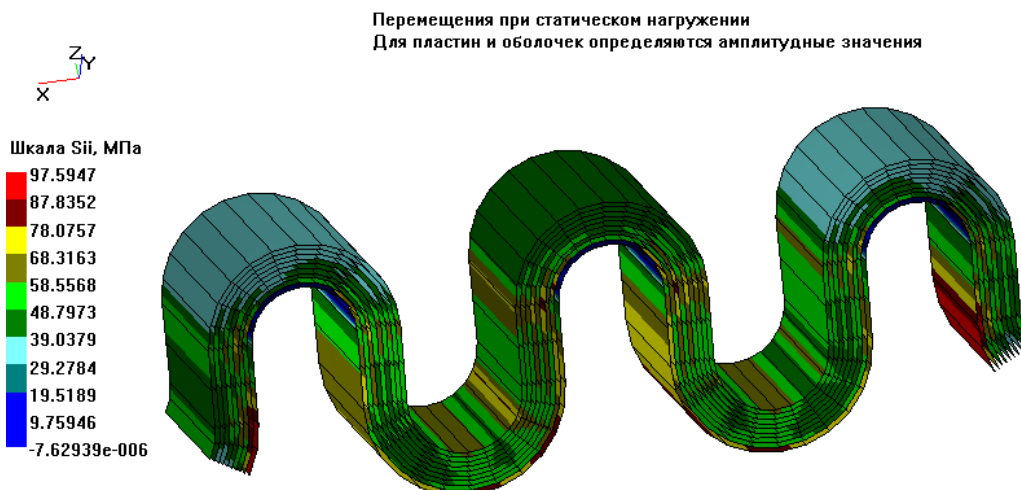
Рис.3. Эквивалентные напряжения в модели компенсатора при гипотезе независимой работы каждого слоя



а – эквивалентные напряжения в двухслойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 2,5 мм



б – эквивалентные напряжения в пятислойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 1 мм



в – эквивалентные напряжения в десятислойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 0,5 мм

Рис.4. Эквивалентные напряжения в модели компенсатора с локальным контактом слоев компенсатора

При сравнении рисунков 3б и 4б (пятислойный компенсатор) выявлено, что максимальные напряжения возросли с 95 МПа до 102 МПа и сместились с зон I и III в зону II на крайние волны. Напряжения на средней волне компенсатора существенно снизились. Похожие результаты выявлены и при сравнении рисунков 3в и 4в (десятислойный компенсатор). Однако наибольшие напряжения при локальном контакте между слоями на 30% меньше, чем при независимой работе слоев компенсатора. На рис 4в видно, что напряжения в зоне I во всех слоях существенно меньше экстремальных, напряжения в зоне II значительны в первом слое и незначительны в слоях 2-9 по всем волнам, напряжения в зоне III в слоях компенсатора так же имеют значения, существенно меньшие, чем на рис. 3в.

Все это позволяет сделать следующие выводы:

1. Увеличение количества слоев в компенсаторе при неизменной его общей толщине и нагрузке, заданной давлением, приводит к росту напряжений.
2. Учет взаимодействия между слоями при расчете многослойных компенсаторов снижает НДС, по сравнению с расчетом в предположении независимой работы слоев, что повышает несущую способность компенсаторов.

Список литературы

1. ГОСТ 30780-2002 Сосуды и аппараты стальные. Компенсаторы сильфонные и линзовые. Методы расчета на прочность.
2. Программа ЗЕНИТ-95. Регистрационный номер паспорта 148 ГАН РФ от 20.02.2003.

УДК 621.6

ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СЛОЕВ СИЛЬФОННОГО КОМПЕНСАТОРА НА ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ НАГРУЗКЕ ОСЕВЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ

Авдеев В.И., Подгорный И.Е.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,
tomm sti misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240*

Аннотация. Рассмотрено напряженно-деформированное состояние многослойных сильфонных компенсаторов, нагруженных осевым перемещением при независимой работе и совместной работе слоев компенсатора. Расчет выполнен методом конечных элементов с использованием универсального комплекса «ЗЕНИТ-95».

Ключевые слова: компенсатор сильфонный многослойный; осевые перемещения; эквивалентные напряжения; метод конечных элементов; локальный контакт; «Зенит – 95».

INFLUENCE OF THE NUMBER OF LAYERS OF THE BELLOWS COMPENSATOR ON ITS STRESSED-DEFORMED CONDITION UNDER LOADING BY AXIAL MOVEMENT

Avdeev V.I., Podgorny I.E.

StaryOskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, StaryOskol

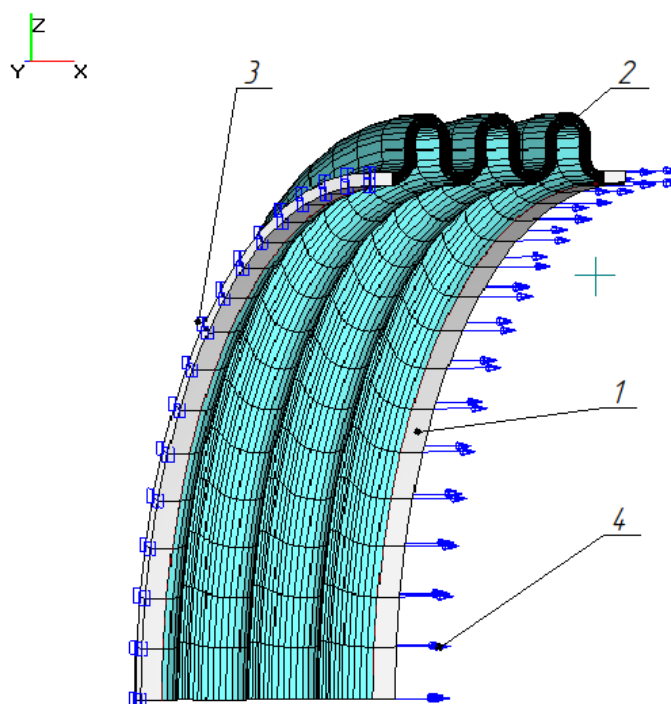
Annotation. The stress-strain state of multilayer bellows expansion joints, loaded with axial displacement during independent operation and joint operation of compensator layers, is considered. The calculation is performed by the finite element method using a universal complex «ZENIT-95».

Keywords: multi-layer bellows expansion joint; axial displacement; equivalent voltages; finite element method; local contact; « Zenit – 95»

Для компенсации осевых перемещений трубопроводов и оборудования широко используют сильфонные компенсаторы. Как правило трубопроводы и оборудование работают под давлением. Расчетную толщину стенки сильфона, работающего под внутренним или наружным давлением, определяют в зависимости от величины давления (при увеличении давления толщина стенки возрастает). Однако при возрастании толщины стенки компенсатора увеличивается его жесткость и снижается компенсирующая способность. Найти компромиссное решение для удовлетворения условий прочности и компенсирующей способности можно при использовании многослойных сильфонных компенсаторов.

В данной работе исследовано напряженно-деформированного состояния (НДС) трехволновых многослойных (двух, пяти и десятислойных) сильфонных компенсаторов при их нагружении осевым перемещением. Для расчетов использован универсальный комплекс ЗЕНИТ-95 [1], реализующий метод конечных элементов.

Конечно-элементная модель сильфонного компенсатора (рис. 1), состоит из колец (поз. 1), смоделированных объемными элементами, и трех волн (поз. 2), смоделированных пластинчатыми элементами.



Торец левого кольца зафиксирован от перемещения по оси x (поз. 3), торцу правого кольца задано перемещение по оси x на 1 мм (поз.4). В расчетах постоянными параметрами являлись: $l = 32$ мм - ширина волны; $h = 24,3$ мм - высота волны; $d = 428$ мм - расчетный диаметр впадины волны компенсатора, $s = 5$ мм - толщина стенки однослойного компенсатора (суммарная толщина стенок многослойных компенсаторов), $W = 1/3$ мм – осевое перемещение одной волны компенсатора (обозначения параметров приняты по ГОСТ 30780-2002).

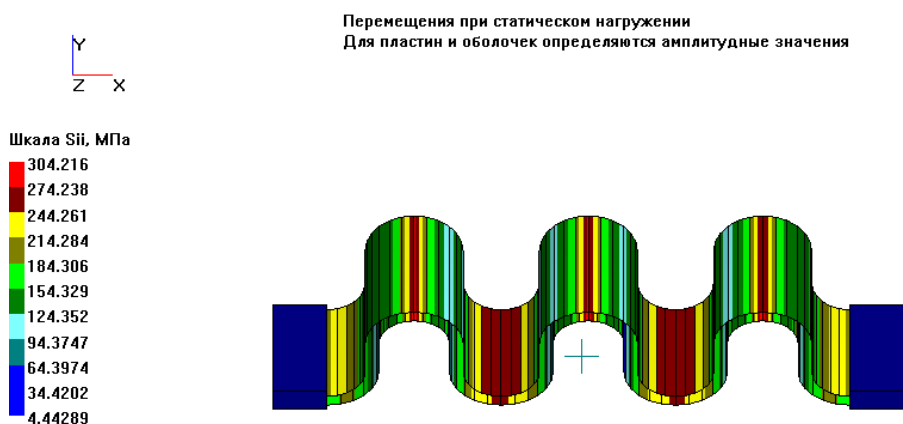
Рис.1. Конечно-элементная модель

На рисунках 2 представлены эквивалентные напряжения в многослойных компенсаторах при гипотезе независимой работе каждого слоя. Выявлено, что напряжения пропорциональны толщине слоя компенсатора. Так в двуслойном компенсаторе наибольшие напряжения составляют 304 МПа, а в десятислойном – 66 МПа.

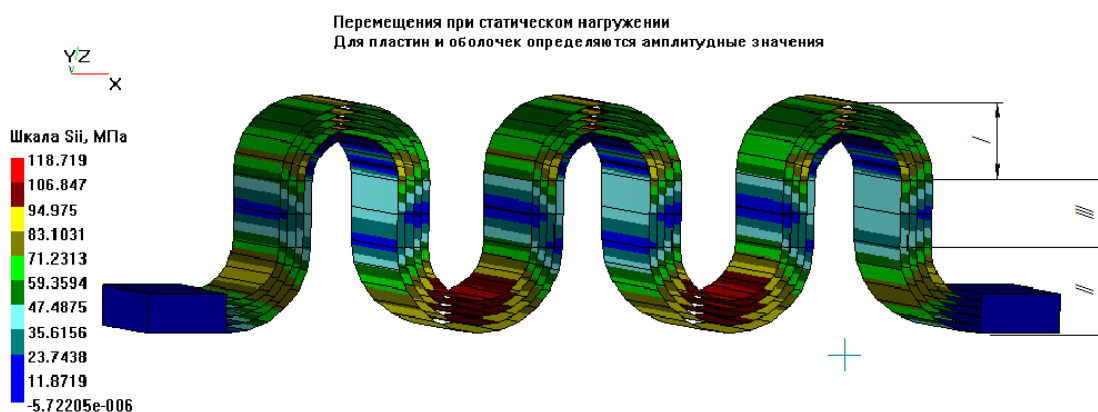
Выделим характерные зоны в компенсаторе (рис. 2б): I – зона верхнего тороидального перехода, II – зона нижнего тороидального перехода, III – прямолинейный участок. Следует отметить, что эквивалентные напряжения в тороидальных переходах (зоны I и II), полученные с использованием универсального комплекса ЗЕНИТ-95 [1] хорошо согласуются с результатами ручного счета по методике, изложенной в [2].

Наибольшие напряжения (рис 2а – 2в) возникают на внешнем слое компенсатора в нижних тороидальных переходах (зоны II), при увеличении числа слоев до 10 (рис. 2в)

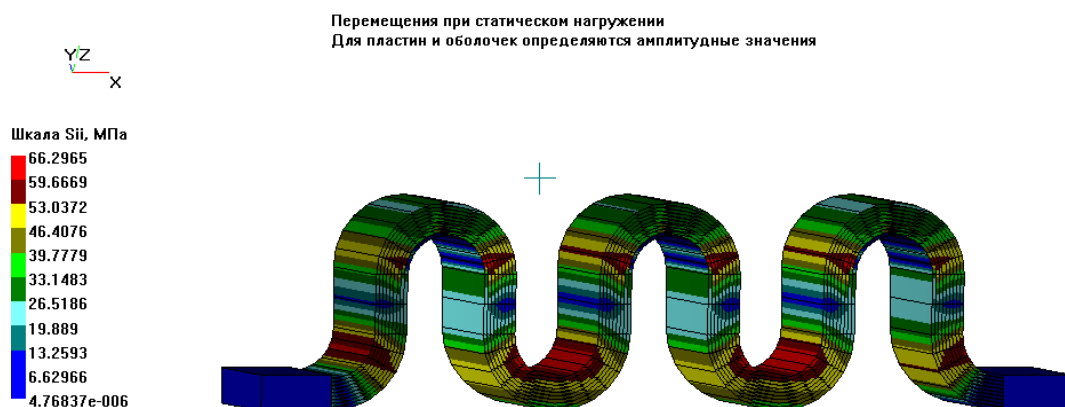
напряжения в зонах сопряжения участков I и III также становятся значительными (равными напряжениям в зоне II).



а – эквивалентные напряжения в двухслойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 2,5 мм

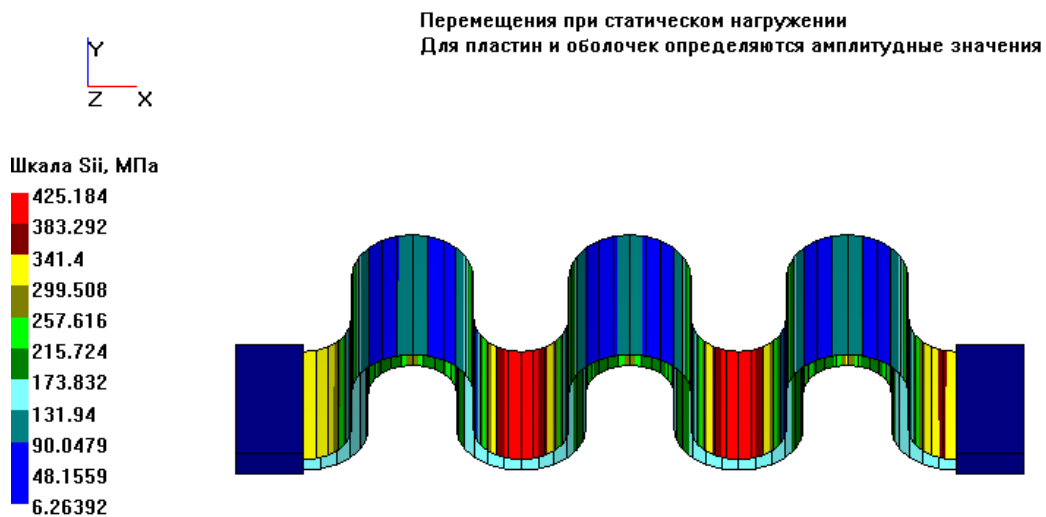


б – эквивалентные напряжения в пятислойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 1 мм

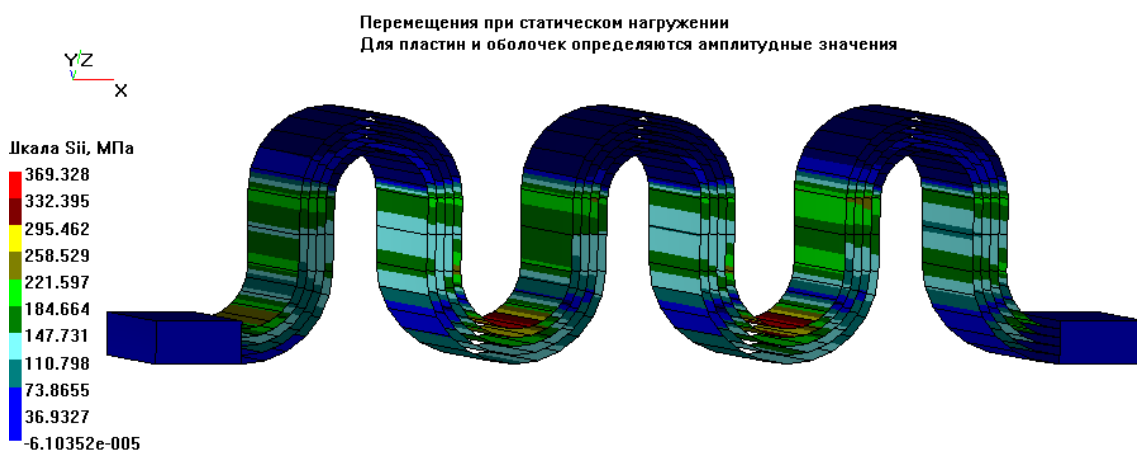


в – эквивалентные напряжения в десятислойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 0,5 мм

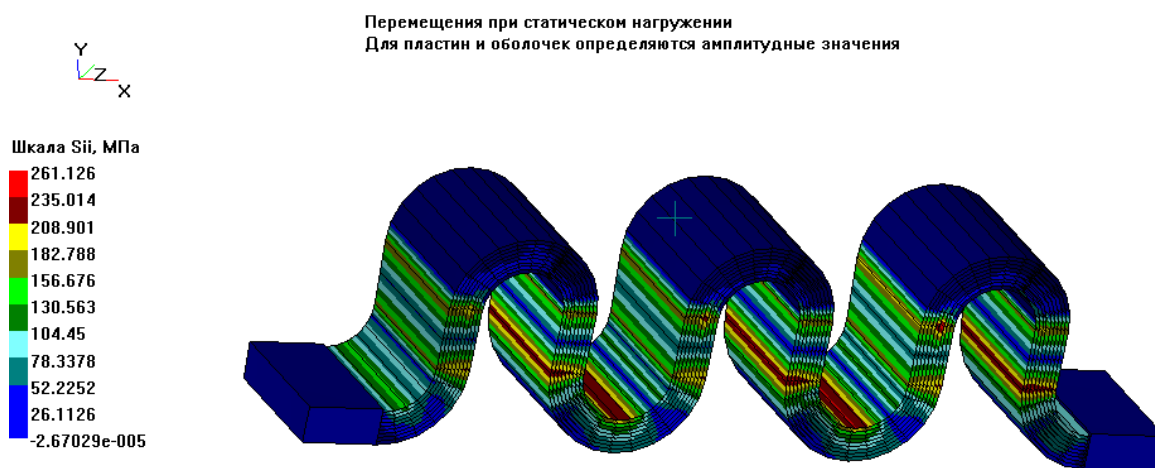
Рис.2. Эквивалентные напряжения в модели компенсатора при гипотезе независимости перемещений каждого слоя



а – эквивалентные напряжения в двухслойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 2,5 мм



б – эквивалентные напряжения в пятислойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 1 мм



в – эквивалентные напряжения в десятислойном компенсаторе с толщиной 1 слоя 0,5 мм

Рис.3. Эквивалентные напряжения в модели компенсатора с локальным контактом слоев компенсатора

На рис. 3 представлены эквивалентные напряжения в многослойных компенсаторах, полученные с учетом совместной работы слоёв компенсатора. Для этого в КЭ модель введен локальный контакт слоев модели, что соответствует реальным условиям работы компенсатора.

Выявлено, что экстремальные напряжения находятся в меньшей зависимости от числа слоев компенсатора, чем на рис.2, но больше по величине. Так в двухслойном компенсаторе наибольшие напряжения составляют 425 МПа, а в десятислойном – 261 МПа.

При сравнении рисунков 2а и 3а, 2б и 3б, 2в и 3в выявлено, что при локальном контакте распределение напряжений по слоям компенсатора более неравномерно, чем при гипотезе независимой работы слоев компенсатора. Имеются перегруженные участки со значительными напряжениями (зона II на внешнем слое, при увеличении числа слоев растут напряжения на границах зон I и III, II и III) и участки с незначительными напряжениями.

На основании проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение количества слоев в компенсаторе при неизменной его общей толщине и нагрузке, заданной осевым перемещением, приводит к снижению напряжений.
2. Экстремальные значения напряжений в слоях многослойного компенсатора с локальным контактом между слоями значительно выше экстремальных напряжений в слоях многослойного компенсатора, рассчитанного в предположении независимой работы слоев по [2].
3. Для многослойных компенсаторов, нагруженных осевым перемещением, оценка НДС по ГОСТ 30780-2002 неприемлема, так как экстремальные значения напряжений будут занижены. Расхождение в расчетах увеличивается с ростом числа слоев в компенсаторе.

Список литературы

1. Программа ЗЕНИТ-95. Регистрационный номер паспорта 148 ГАН РФ от 20.02.2003.
2. ГОСТ 30780-2002 Сосуды и аппараты стальные. Компенсаторы сильфонные и линзовые. Методы расчета на прочность.

ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ РЕЗЬБ И ПРОФИЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Афонин А.Н., Ларин А.И., Мартынов Е.М.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО

«Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm sti misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240

Аннотация. В работе установлено, что эксплуатационные характеристики резьб, шлицев, зубьев и других профилей могут быть повышены за счет гетерогенного упрочнения поверхностного слоя. Рассмотрены методы формирования гетерогенной структуры поверхностного слоя резьб и профилей. Установлено, что применение различных способов СПД позволяет в широких пределах варьировать степень, глубину и равномерность упрочнения деталей машин.

Ключевые слова: резьба, шлицы, зубья, гетерогенное упрочнение, поверхностное пластическое деформирование, усталостная прочность.

INCREASING THE FATIGUE STRENGTH OF THE THREADS AND PROFILES BY SURFACE PLASTIC DEFORMATION

Afonin A.N., Larin A.I., Martynov E.M.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, Stary Oskol

Annotation. It is established that the performance characteristics of threads, splines, gears and other profiles can be evaluated due to heterogeneous hardening of the surface layer. Methods of forming a heterogeneous structure of the surface layer of threads and profiles are considered. It has been established that the use of various SPD methods allows varying the degree, depth and uniformity of hardening of machine parts within wide limits.

Key words: thread, splines, gears, heterogeneous hardening, surface plastic deformation, fatigue strength.

Резьбы, зубья, шлицы и другие периодически повторяющиеся профили являются одним из наиболее распространенных видов поверхностей деталей машин. Установлено [1, 2], что значительное повышение эксплуатационных свойств резьб и профилей может быть получено за счет создания на их рабочих поверхностях повторяющихся участков с высокой и низкой твердостью. Это способствует торможению развития микротрещин и повышению усталостной прочности материала.

Известно, что одним из наиболее эффективных способов повышения усталочной прочности резб и профилей является упрочнение их с помощью поверхностного пластического деформирования (ППД). При этом, для получения гетерогенно упрочненных структур могут быть использованы различные методы ППД. Например, гетерогенно упрочненная структура поверхностного слоя может быть получена применением динамических методов ППД, в частности статико-импульсной обработки (СИО) [1, 2]. СИО осуществляется при периодическом динамическом и постоянном статическом воздействии деформирующего инструмента на обрабатываемую поверхность. Динамическое (ударное) воздействие создает большие напряжения в пятне контакта инструмента и заготовки при сравнительно небольшой затраченной мощности, а статический поджим способствует более эффективной передаче ударного импульса в обрабатываемую поверхность. Для создания ударных импульсов при СИО могут быть использованы гидравлические или электрические генераторы ударных импульсов. Данные устройства обеспечивают нагружение деформирующего инструмента с помощью ударной системы, состоящей из бойка и волновода, что позволяет формировать ударные импульсы требуемой формы и создавать наилучшие условия для протекания пластической деформации. Глубина упрочнения при СИО может достигать 10 мм и более при степени упрочнения до 100% и более [1 - 3].

Степень, глубина и равномерность упрочнения поверхностного слоя при СИО резб и профилей будет зависеть от размеров пластических отпечатков от отдельных импульсов и от коэффициента их перекрытия [1]

$$K = 1 - \frac{s}{\delta f 60},$$

где s – скорость подачи, мм/мин; δ – размер пластического отпечатка, мм; f – частота ударов, Гц.

Диапазон изменения коэффициента перекрытия составляет от $-\infty$ до 1, однако на практике целесообразно варьирование K в диапазоне $-1 \leq K \leq 1$.

Определить характер распределения полей напряжений и деформаций при накатывании и упрочнении ППД резб и профилей можно с помощью моделирования данных процессов методом конечных элементов (МКЭ) [4]. На рис. 1 показаны поля эквивалентных деформаций в упрочненной СИО резбовой поверхности заготовки из стали 45, полученные путем подобного моделирования. Распределение эквивалентных деформаций позволяет судить о степени упрочнения деформированной детали. Полученные результаты с достаточной степенью точности соответствуют результатам экспериментальных исследований [3].

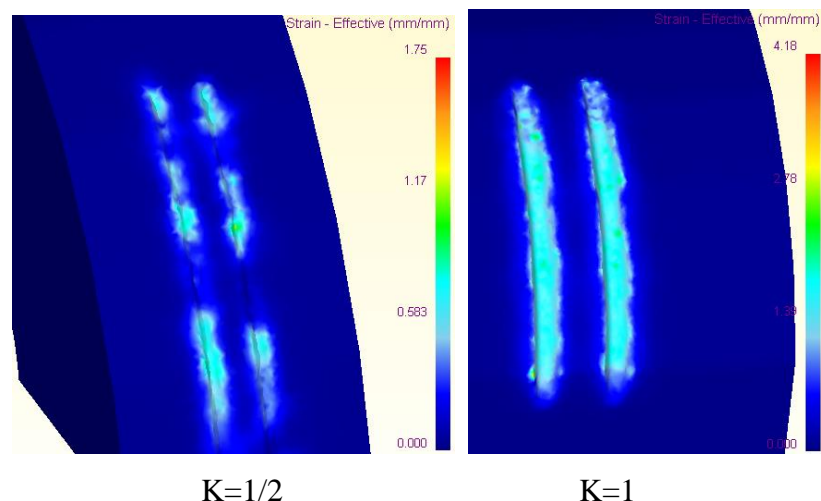


Рис. 1. Эквивалентные деформации при СИО резбовых канавок.

Управлять степенью, глубиной и равномерностью упрочнения при СИО можно с помощью энергии и частоты деформирующих импульсов, скорости подачи заготовки и размеров деформирующего инструмента (для роликов – диаметра и длины) на основе анализа результатов моделирования.

Применение динамических методов ППД для обработки резьб и профилей затруднено тем, что содержащие их детали зачастую имеют низкую жесткость. В связи с этим, для получения гетерогенных структур при упрочнении точных и нежестких деталей можно использовать комбинированную режущо-деформирующую обработку [5].

При реализации режущо-деформирующей обработки ППД на упрочняемой поверхности детали формируется волнистый рельеф (рис. 2) в направлении, близком к перпендикуляру направлению главного движения деформирующего инструмента. Затем деталь подвергается обкатыванию с целью формирования гладкой рабочей поверхности. Деформирование должно осуществляться накатниками с жестко закрепленными роликами, выставленными на номинальный размер упрочняемой поверхности.

Степень и равномерность упрочнения при этом будут зависеть от параметров волнистого рельефа: шага P , высоты h и формы. Шаг рельефа при ППД не должен превышать 1 мм, а высота 0,5 мм. Чем больше высота рельефа, тем выше неравномерность упрочнения, однако при деформировании чрезмерно острого рельефа возможно образование складок - закатов. Наиболее целесообразной формой рельефа является треугольная с углом профиля 90° .

Резьба, шлицы, зубья и другие профили с волнистым рельефом на деталях могут быть нарезаны на станках с ЧПУ, при этом для управления параметрами рельефа

желательно наличие жесткой кинематической связи между главным движением и движениями подачи. Сообщение инструменту радиальной и осевой подачи позволит обеспечить требуемую неравномерность упрочнения рабочих поверхностей резцов и профилей в радиальном, тангенциальном и осевом направлениях.

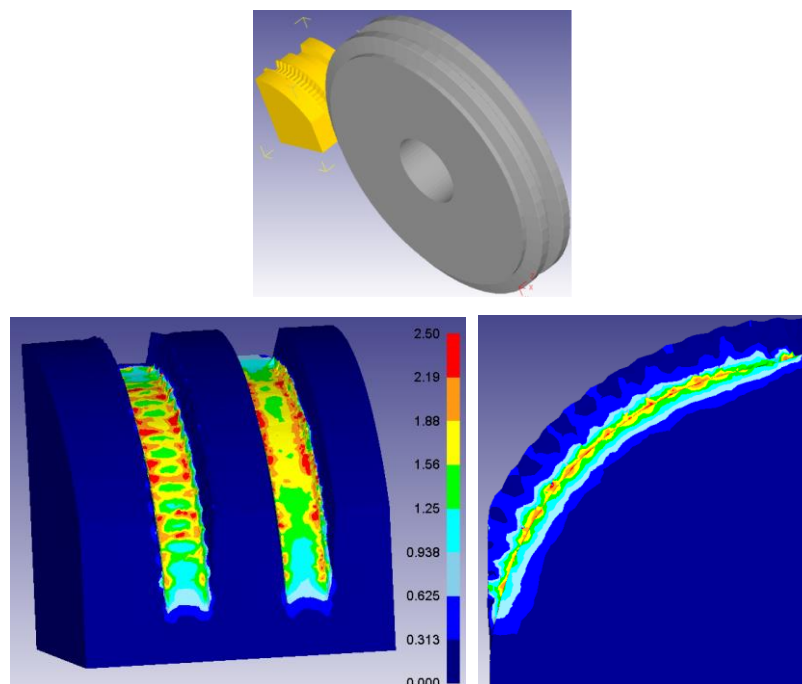


Рис. 2. Эквивалентные деформации при ППД волнистого рельефа

Степень и равномерность упрочнения при этом будут зависеть от параметров волнистого рельефа: шага P , высоты h и формы. Шаг рельефа при ППД не должен превышать 1 мм, а высота 0,5 мм. Чем больше высота рельефа, тем выше неравномерность упрочнения, однако при деформировании чрезмерно острого рельефа возможно образование складок - закатов. Наиболее целесообразной формой рельефа является треугольная с углом профиля 90° .

Резьба, шлицы, зубья и другие профили с волнистым рельефом на деталях могут быть нарезаны на станках с ЧПУ, при этом для управления параметрами рельефа желательно наличие жесткой кинематической связи между главным движением и движениями подачи. Сообщение инструменту радиальной и осевой подачи позволит обеспечить требуемую неравномерность упрочнения рабочих поверхностей резцов и профилей в радиальном, тангенциальном и осевом направлениях.

Результаты моделирования с помощью МКЭ режущо-деформирующей обработки ППД резьбовых канавок с волнистым рельефом шагом 0,5 мм и без него на заготовке из стали 45 приведены на рис. 2. Из приведенных полей деформаций можно сделать вывод о том, что максимальная глубина и степень упрочнения при ППД волнистого рельефа

соответствует глубине и степени упрочнения при ППД гладких резьбовых канавок со статическим нагружением инструмента.

Таким образом, применение различных способов ППД позволяет в широких пределах варьировать степень, глубину и равномерность гетерогенного упрочнения резьб и профилей. СИО целесообразно для упрочнения крупных и жестких деталей, ППД волнистого рельефа - для длинных нежестких деталей. Разнообразие применяемых технологий позволит обеспечить повышение эксплуатационных характеристик всех основных видов деталей машин с резьбами, шлицами, зубьями и другими периодически повторяющимися профилями.

Список литературы

1. Киричек А.В., Соловьев Д.Л. Создание гетерогенной структуры материала статико-импульсной обработкой // СТИН. – 2007. – №12. – С. 28-31.
2. Киричек А.В., Соловьев Д.Л., Лазуткин А.Г. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием. Библиотека технолога // М.: Машиностроение, 2004. - 288 с.
3. Бушенин Д.В., Киричек А.В., Афонин А.Н. Сравнение твердости резьбовых профилей, полученных пластическим деформированием различными методами // Вестник машиностроения. – 1999. – №10. – С. 40-43.
4. Киричек А.В., Афонин А.Н. Исследование напряженно деформированного состояния резьбонакатного инструмента и заготовки методом конечных элементов // СТИН. – 2007. – №7. – С. 21-25.
5. Афонин А.Н., Ларин А.И., Макаров А.В. Гетерогенное упрочнение деталей горно-металлургических машин поверхностным пластическим деформированием // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. - 2015. – Том 58. – № 11. – С. 823-828.
6. Афонин А.Н., Макаров А.В., Ларин А.И., Мартынов Е.М. Гетерогенное упрочнение резьб и профилей поверхностным пластическим деформированием // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 6. – С. 41-43.
7. Афонин А.Н., Ларин А.И., Макаров А.В., Бойко П.Ф. Гетерогенное упрочнение деталей горно-металлургических машин поверхностным пластическим деформированием // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Старый Оскол, 2014. – Т. II. – С. 3-10.

РАСЧЕТ ДИАМЕТРА ЗАГОТОВКИ ПОД РЕЖУЩЕ-ДЕФОРМИРУЮЩУЮ ОБРАБОТКУ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ППД

Афонин А.Н., Макаров А.В., Ларин А.И.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,
tomm sti misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240*

Аннотация. *Предложено использовать для повышения эксплуатационных свойств точных и нежестких деталей комбинированную режущо-деформирующую обработку поверхностным пластическим деформированием, позволяющую формировать гетерогенную структуру поверхностного слоя. Способ заключается в обкатывании нарезанного на заготовке волнистого рельефа. Проведено моделирование гетерогенного упрочнения режущо-деформирующей обработкой ППД методом конечных элементов в программе DEFORM 2D. С помощью моделирования установлено, что наиболее рациональным является нарезание перед ППД рельефа треугольного профиля с углом 90°, обеспечивающего в поверхностном слое упрочняемой детали наибольшую степень деформации и, следовательно, упрочнения, при отсутствии закатов. Исходя из условия равенства объемов металла до и после деформирования получена формула для расчета диаметра заготовки под режущо-деформирующую обработку наружных цилиндрических поверхностей ППД.*

Ключевые слова: гетерогенное упрочнение, поверхностное-пластическое деформирование, режущо-деформирующая обработка, метод конечных элементов.

THE CALCULATION OF THE DIAMETER OF THE WORKPIECE BY CUTTING AND DEFORMING MACHINING THE OUTER CYLINDRICAL SURFACES OF SPD

Afonin A.N., Makarov A.V., Larin A.I.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, Stary Oskol

Annotation. *It is suggested to use combined cutting-forming processing with surface plastic deformation to increase the operational properties of precise and non-rigid parts, which makes it possible to form a heterogeneous structure of the surface layer. The method consists in rolling the undulating relief cut on the workpiece. Modeling of heterogeneous hardening by the cutting-forming processing of SPD by the finite element method in the DEFORM 2D program has been carried out. With the help of modeling it is established that the most rational is cutting before the SPD a relief of a triangular profile with an angle of 90°, which provides the greatest degree of deformation in the surface layer of the part to be cleaned and, consequently, hardening, in the absence of folds. Proceeding from the condition of equality of metal volumes before and after*

deformation, a formula is obtained for calculating the diameter of the workpiece for cutting and deforming treatment of external cylindrical surfaces of SPD.

Key words: heterogeneous hardening, surface-plastic deformation, cutting-forming processing, finite element method.

Известно, что значительное повышение эксплуатационных свойств деталей машин может быть достигнуто путем формирования на их рабочих поверхностях гетерогенной структуры в виде чередующихся участков высокой и низкой твердости [1, 2, 3]. Чередование в гетерогенном слое упрочненных твердых участков с менее упрочненными вязкими способствует торможению развития микротрещин и повышению усталостной прочности материала [1, 2]. При абразивном изнашивании поверхности твердые включения в пластичной основе затрудняют контакт абразивных частиц с материалом основы, что позволяет многократно увеличить износостойкость по сравнению с равномерно упрочненным поверхностным слоем [3].

Одним из наиболее эффективных способов поверхностного гетерогенного упрочнения с точки зрения повышения усталостной прочности является обработка поверхностным пластическим деформированием (ППД) [2, 3]. Для получения гетерогенных структур при упрочнении точных и нежестких деталей целесообразно использовать комбинированную режущо-деформирующую обработку ППД [4]. При реализации режущо-деформирующей обработки ППД на упрочняемой поверхности заготовки вначале нарезается волнистый рельеф (рисунок 1) в направлении, близком к направлению оси заготовки. Затем деталь подвергается обкатыванию гладким цилиндрическим роликом с целью формирования гладкой рабочей поверхности детали. При деформировании металл перемещается роликом из выступов нарезанного рельефа во впадины. Рельеф на заготовке при этом располагается относительно номинального размера детали таким образом, чтобы объем его выступов был равен объему впадин.

Степень и равномерность упрочнения при режущо-деформирующей обработке ППД будут зависеть от параметров волнистого рельефа: его формы, шага P , высоты h . Влияние формы и размеров инструмента менее значительно. С точки зрения технологии нарезания наиболее предпочтительными являются профили треугольной и круглой формы. Для сравнения результатов обкатывания рельефа различной формы проведено моделирование данного процесса. При моделировании был использован наиболее эффективный для исследования больших пластических деформаций метод конечных элементов (МКЭ) [4, 5]. Для моделирования ППД с помощью МКЭ использовалась программа DEFORM 2D.

Механические свойства материала модели (сталь 45) задавались выбором диаграммы пластичности из встроенной базы DEFORM. Скорость накатывания при моделировании составляла 5 мм/с. Диаметр инструмента был принят равным 10 мм, шаг нарезаемого профиля 1 мм. Поскольку деформации от резания значительно меньше деформаций, возникающих при пластическом деформировании [6], предварительное моделирование нарезания не производилось, а нарезанный профиль задавался начальной геометрией заготовки.

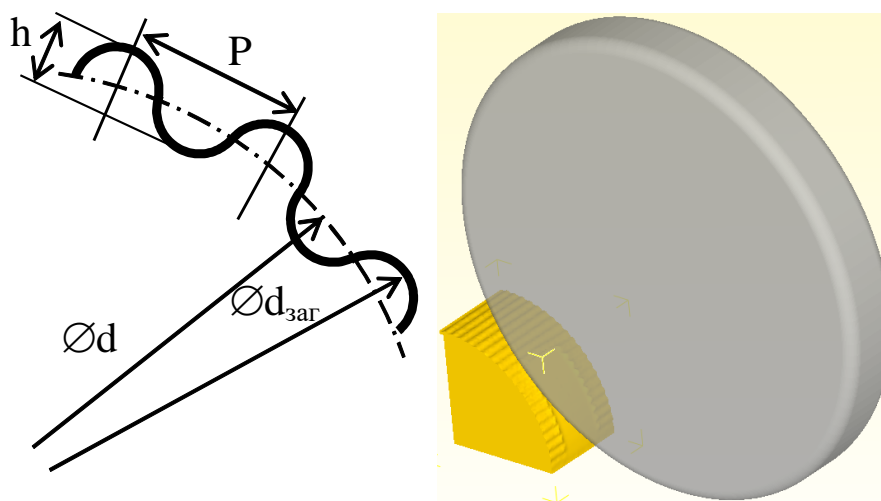


Рис. 1. Схема гетерогенного упрочнения режуще-деформирующей обработкой ППД

Эквивалентные деформации при ППД волнистого рельефа с различной формой профиля, полученные при моделировании с помощью МКЭ, приведены на рисунке 2.

Распределение эквивалентных деформаций на глубине 0,1 мм под поверхностью детали при обкатывании круглого и треугольного профиля для 4-х крайних левых витков на рисунке 2 приведено на рисунке 3. Из рисунков 2 и 3 видно, что треугольный профиль обеспечивает большую степень деформации и, следовательно, упрочнения, по сравнению с круглым. Наибольшая степень деформации при этом обеспечивается более острым профилем. Однако при обкатывании острого профиля возможно образование складок – закатов. В связи с этим, наиболее предпочтительным для гетерогенного упрочнения режуще-деформирующей обработкой ППД представляется использование треугольного профиля с углом профиля 90° . Шаг рельефа ППД не должен превышать 1,5 мм, а высота 0,7 мм. Повышение усталостной прочности при этом может достигать 1,5 раз и более [4].

Крайне важным при режуще-деформирующей обработке является выбор диаметра заготовки. При последующем ППД упругим инструментом от диаметра заготовки будет зависеть получаемый окончательный диаметр детали. При ППД жестким инструментом

неправильный выбор диаметра заготовки приведет либо к получению поверхности детали с раковинами из-за недостатка металла, либо к поломке инструмента из-за его избытка.

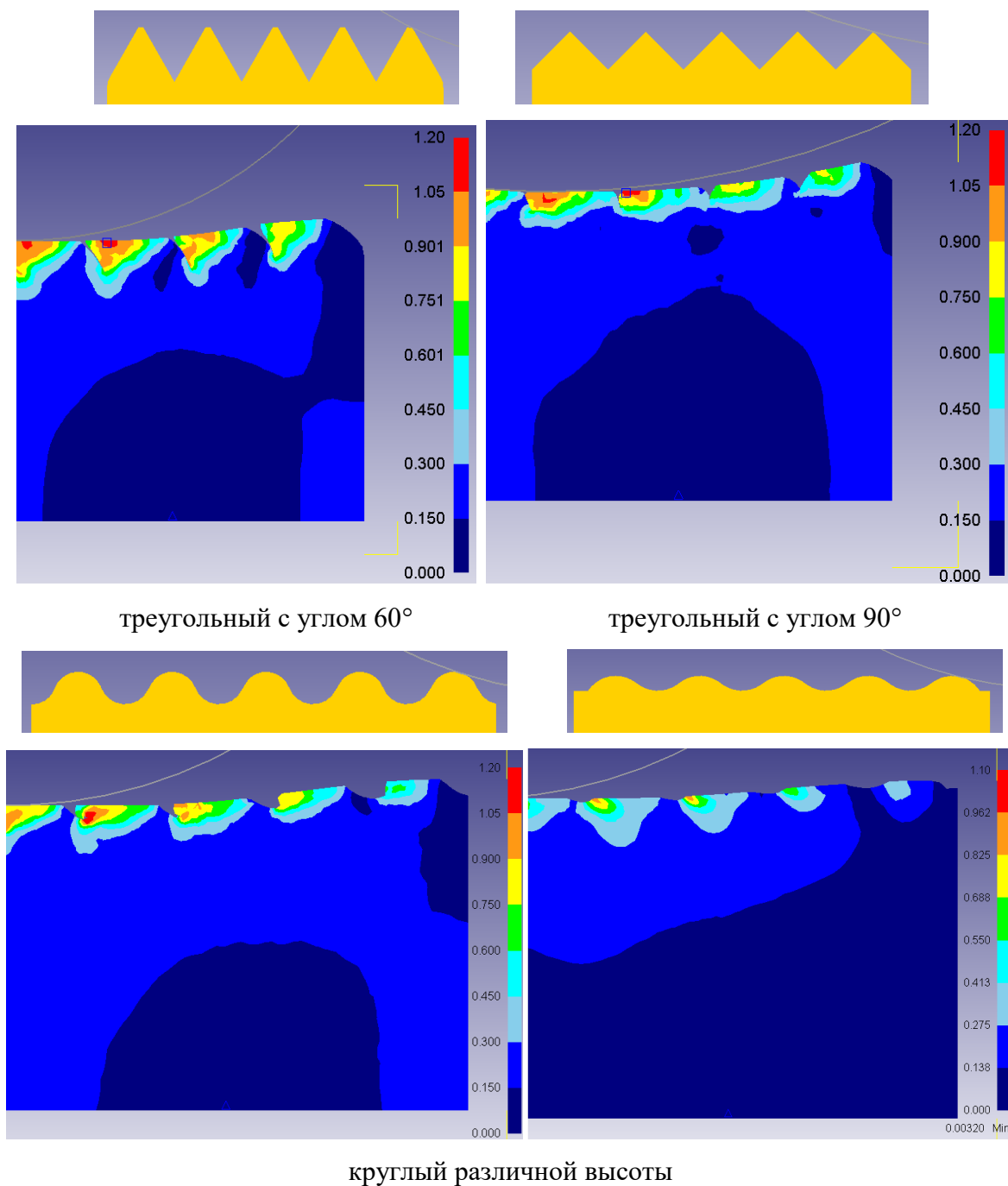


Рис. 2. Эквивалентные деформации при ППД волнистого рельефа с различной формой профиля

Диаметр заготовки под упрочнение ППД может быть рассчитан исходя из принципа равенства объемов материала до и после деформирования и отсутствия удлинения заготовки при ППД [7, 8]. При режуще-деформирующей обработке наружных

цилиндрических поверхностей наружный диаметр заготовки с нарезанным на ней рельефом треугольного профиля может быть рассчитан по формуле

$$d_{\text{заг}} = \frac{\frac{P}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)} + \sqrt{\left(\frac{P}{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}\right)^2 - 4\left(\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{3} - d^2\right)}}{2} \quad (1)$$

где d – номинальный диаметр детали; P – шаг нарезаемого рельефа; α – угол профиля нарезаемого рельефа.

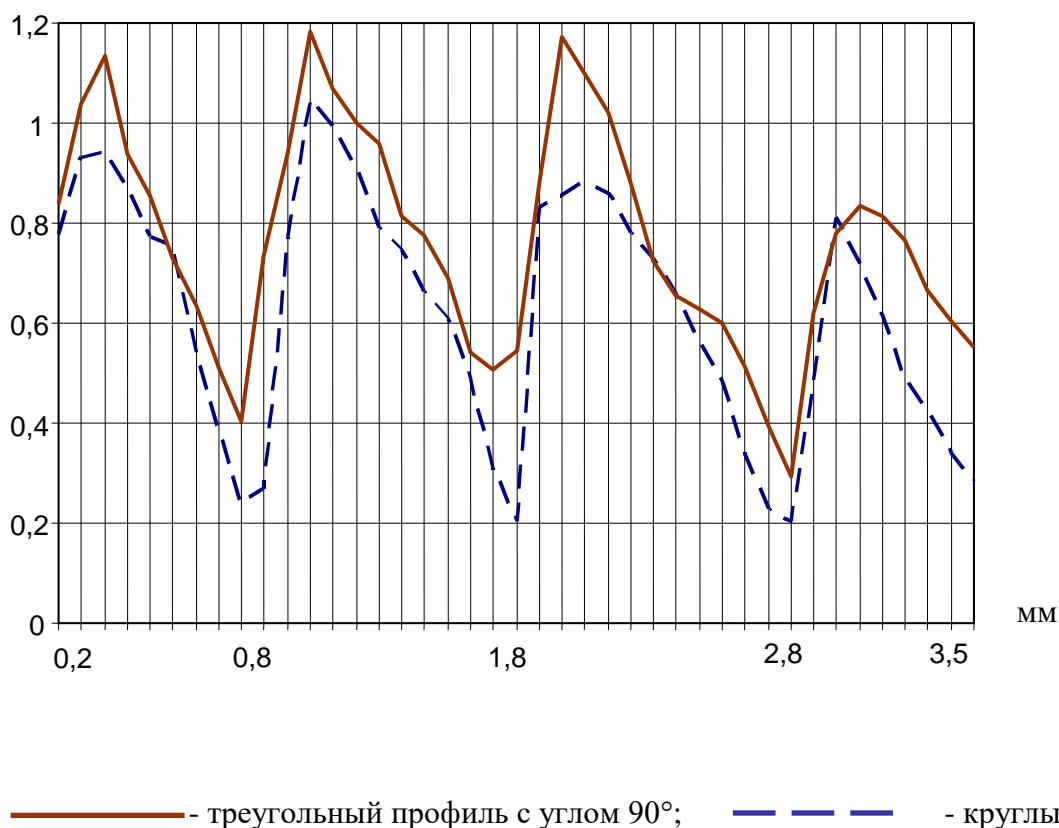


Рис. 3 Распределение эквивалентных деформаций на глубине 0,1 мм под поверхностью детали

Контурный график зависимости диаметра заготовки от шага рельефа и номинального диаметра детали, при угле профиля нарезаемого рельефа 90°, полученный расчетом по формуле (1), приведен на рисунке 4.

При сложной криволинейной форме профиля предварительно нарезаемого рельефа диаметр заготовки может быть определен путем 3D моделирования в САД системах [7].

Формула (1) основана только на геометрических построениях и не учитывает механические свойства материала заготовки. В связи с этим, при выборе диаметра заготовки на практике, рассчитанный по данной формуле диаметр необходимо уточнять

путем проведения пробного экспериментального накатывания на ступенчатой заготовке. Разница между диаметрами ступеней на пробной заготовке для диапазона номинальных диаметров детали 20...200 мм принимается равной 0,01...0,10 мм, в зависимости от величины номинального диаметра. Количество ступеней выбирается в пределах 4-6 в меньшую и большую стороны от рассчитанного по формуле (1) диаметра. За диаметр заготовки окончательно принимается диаметр наименьшей ступени, на поверхности которой после пробного обкатывания жестким инструментом, настроенным на номинальный диаметр детали, не было раковин.

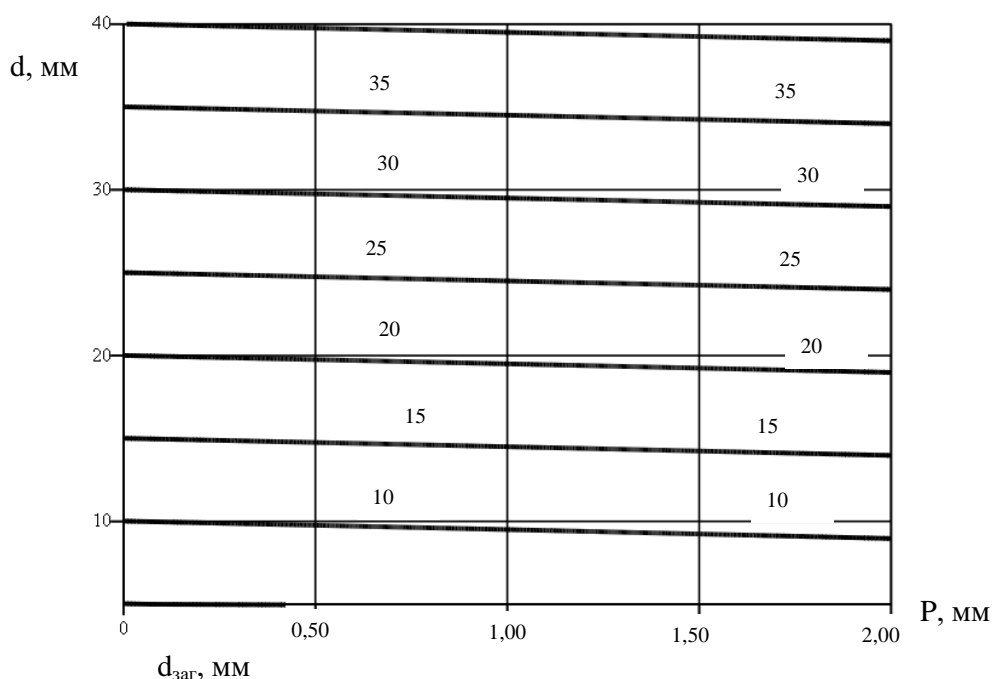


Рис. 4. Контурный график зависимости диаметра заготовки от шага треугольного рельефа P и номинального диаметра детали d , мм

Допуск на диаметр заготовки назначается равным допуску на номинальный диаметр детали.

Основными размерами заготовки при гетерогенном упрочнении цилиндрических поверхностей режуще-деформирующей обработкой ППД являются шаг и высота нарезанного рельефа и наружный диаметр заготовки. В результате проведенных теоретических исследований установлено, что наиболее предпочтительным для гетерогенного упрочнения режуще-деформирующей обработкой ППД представляется использование предварительно нарезанного рельефа треугольного профиля с углом 90° и шагом до 1,5 мм. Наружный диаметр заготовки может быть предварительно рассчитан

исходя из равенства объемов до и после деформирования, а затем уточнен путем обкатывания пробной ступенчатой заготовки.

Выполнение приведенных рекомендаций позволит обеспечить существенное (до полутора раз) повышение усталостной прочности тяжело нагруженных поверхностей.

Список литературы

1. Иванов Г.П., Картонова Л.В., Худошин А.А. Повышение износостойкости деталей созданием регулярной гетерогенной макроструктуры // Строительные и дорожные машины. – 1997. – № 1. – С. 33-34.
2. Киричек А.В., Соловьев Д.Л. Создание гетерогенной структуры материала статико-импульсной обработкой // СТИН. – 2007. – №12. – С. 28-31.
3. Смелянский В.М., Земсков В.А. Технологическое повышение износостойкости деталей методом электроэрозионного синтеза покрытий // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2005. – № 1. – С. 27-35.
4. Афонин А.Н., Ларин А.И., Макаров А.В. Гетерогенное упрочнение деталей горно-металлургических машин поверхностным пластическим деформированием // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. - 2015. – Том 58. – № 11. – С. 823 – 828.
5. Mohammadi F., Sedaghati R., Bonakdar A. Finite element analysis and design optimization of low plasticity burnishing process // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, February. - 2014, Volume 70, Issue 5-8. – Pp. 1337-1354.
6. Киричек А.В., Амбросимов С.К., Афонин А.Н., Ингеманссон А.Р. и др. Эффективные технологии дорнования, протягивания и деформирующе-режущей обработки. Коллективная монография / Под ред. А.В. Киричека. – М.: Издательский дом «Спектр», 2011. – 328 с.
7. Киричек А.В., Афонин А.Н. Резьбонакатывание. Библиотека технолога. – М.: Машиностроение, 2009. – 312 с.
8. Лапин В.В., Писаревский М.И., Самсонов В.В., Сизов Ю.И. Накатывание резьб, червяков, шлицев и зубьев. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1986. – 228 с.
9. Афонин А.Н., Ларин А.И., Макаров А.В. Расчет размеров заготовки при гетерогенном упрочнении режуще-деформирующей обработкой ППД // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2018. – № 3 (329). – С. 88-93.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО
И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

Владимиров А.А., Мартынов Е.М.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО «Национальный
исследовательский технологический институт «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,
tomm sti misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240*

***Аннотация.** В статье представлен краткий обзор источников по применению метода конечных элементов для исследования физических основ различных процессов горного и металлургического машиностроения. В частности, метод конечных элементов рассматривается на примере программного комплекса DEFORM. Указаны области применения и дальнейшие перспективы развития метода конечных элементов.*

Ключевые слова: вибрационное точение; поверхностное пластическое деформирование; метод конечных элементов; статико-импульсное упрочнение; ударное упрочнение; гетерогенное упрочнение.

**PROSPECTS OF THE USE OF FINITE-ELEMENT MODELING IN THE STUDY OF
THE PROCESSES OF MINING AND METALLURGICAL MACHINERY**

Vladimirov A.A., Martynov E.M.

*Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, Stary Oskol
Annotation. The article presents a brief review of sources on the application of the finite element method for studying the physical foundations of various processes in mining and metallurgical engineering. In particular, the finite element method is considered using the example of DEFORM. Areas of application and further prospects for the development of the finite element method are indicated.*

Keywords: vibratory turning; surface plastic deformation; finite element method; static impulse hardening; impact hardening; heterogeneous hardening.

Надежность и долговечность механизмов горного и металлургического оборудования во многом зависит от технологичности конструкции изделия и качества его изготовления. Механизмы горно-металлургического оборудования, работающие в тяжелых условиях, предъявляют следующие требования к материалам, используемым для изготовления деталей этого оборудования:

- 1) высокие износостойкость и прочность, при соблюдении достаточной вязкости;

- 2) стойкость к использованию в агрессивных средах и при повышенных температурах;
- 3) стойкость к усталостному изнашиванию;
- 4) повышенные эксплуатационные свойства резб и профилей.

Как правило, оборудование с такими характеристиками является дорогостоящим, имеет малый ресурс, а материалы, применяемые в нем, относят к группе труднообрабатываемых.

Примером подобного оборудования являются конусные дробилки.

Примером труднообрабатываемых материалов являются коррозионностойкая хромоникелевая сталь аустенитного класса 12X18Н10Т, которая сопровождается образованием сливной стружки и способностью к наклепу, высокомарганцовистая сталь аустенитного класса 110Г13Л используемая при изготовлении деталей горно-обогатительного оборудования, в частности конусных дробилок, и обладающая высокими износостойчивыми и антикавитационными свойствами, имеет высокое сопротивление износу при одновременном воздействии больших давлений, температур и динамических ударных нагрузок.

Для решения проблем увеличения надежности и износостойкости оборудования, а также увеличения обрабатываемости материалов применяются следующие методы упрочнения и обработки резанием:

- вибрационное точение труднообрабатываемых материалов [3];
- статико-импульсная обработка крупногабаритных резб, для деталей, имеющих повышенную жесткость [2];
- режущо-деформирующая обработка, для точных и нежестких деталей [1].

Для увеличения эффективности обработки резанием и упрочнения поверхностей необходимо назначение рациональных режимов технологических процессов, которые возможно определить, зная их физические основы. Одним из методов определения физических основ процессов пластического деформирования и резания является метод конечных элементов. Суть метода конечных элементов заключается в численном методе решения дифференциальных уравнений с частными производными и интегральных уравнений, которые возникают при решении задач прикладной физики.

Существует большое количество программ для моделирования процессов методом конечных элементов. Наиболее распространенной и зарекомендовавшей себя в области моделирования механической обработки является система DEFORM [4, 6].

DEFORM – специализированный инженерный программный комплекс, предназначенный для анализа процессов обработки металлов давлением, термической и

механической обработки. DEFORM позволяет проверить, отработать и оптимизировать технологические процессы непосредственно за компьютером, а не в ходе экспериментов на производстве методом проб и ошибок. Благодаря этому существенно сокращаются сроки выпуска продукции, повышается ее качество и снижается себестоимость.

DEFORM позволяет моделировать практически все процессы, применяемые в обработке металлов давлением (ковка, штамповка, прокатка, прессование и др.), а также операции термической обработки (закалка, старение, отпуск и др.) и механообработки (фрезерование, сверление и др.).

DEFORM применяется по всему миру, как на промышленных предприятиях, так и в научно-исследовательских институтах и технических университетах, является самым распространенным программным комплексом для моделирования процессов обработки металлов давлением.

Преимущества DEFORM:

- универсальность – программа DEFORM позволяет моделировать широкий круг технологических процессов, применяемых на производстве;
- совместимость с большинством программных пакетов для создания геометрических моделей и генерации конечно-элементной сетки;
- большие возможности по самостоятельной генерации конечно-элементной сетки;
- возможность использования различных моделей пластичности материала;
- большая база данных по характеристикам материалов и кузнечно-прессового оборудования, а так же широкие возможности по их редактированию и добавлению;
- возможность моделирования различных условий трения между заготовкой и инструментом;
- широкие возможности моделирования различных видов движения инструмента;
- простой и удобный интерфейс;

Программный комплекс DEFORM имеет гибкую модульную структуру, позволяющую пользователю выбрать и приобрести оптимальный набор модулей под номенклатуру решаемых задач.

В зависимости сложности процесса механической обработки и данных, которые требуется получить, моделирование процесса можно задать как в двумерном, так и в трехмерном пространстве.

Получение достоверных результатов моделирования обеспечивается правильностью задания входных параметров и граничных условий моделируемого процесса.

Для моделирования процесса точения достаточно двухмерного пространства, фрагмента заготовки и вершины режущего инструмента (рис. 1) [3, 5].

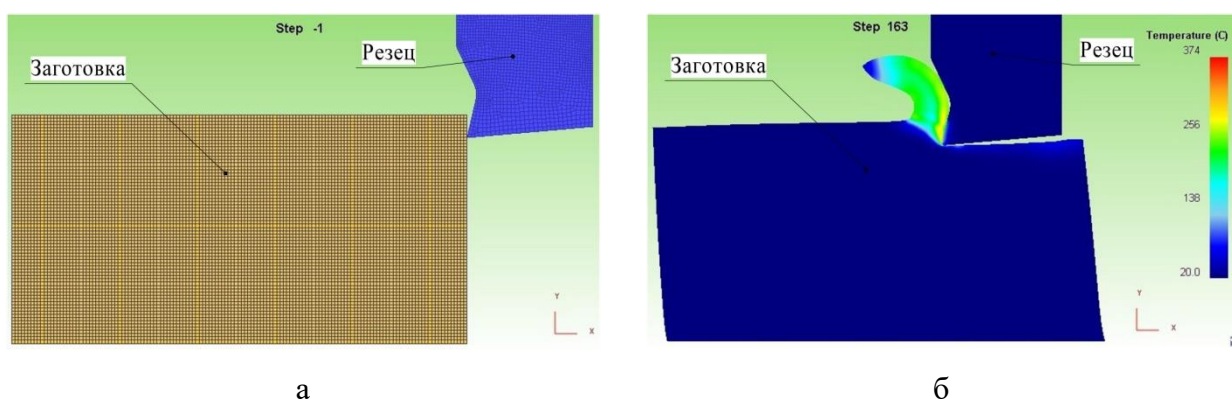


Рис. 1. КЭ модель для точения:

а – в начале процесса; б – в середине процесса с распределением температуры

При этом, добавление дополнительных граничных условий и наложение внешних воздействий позволяет с достаточной точность приблизить модель к реальному процессу, что позволит достоверно определить характер процессов, происходящих в зоне резания, и сформулировать физические основы этих процессов.

Моделирование поверхностного пластического деформирования желательно производить в трехмерном пространстве. На рисунке 2 представлена модель статико-импульсной обработки [1 – 2].

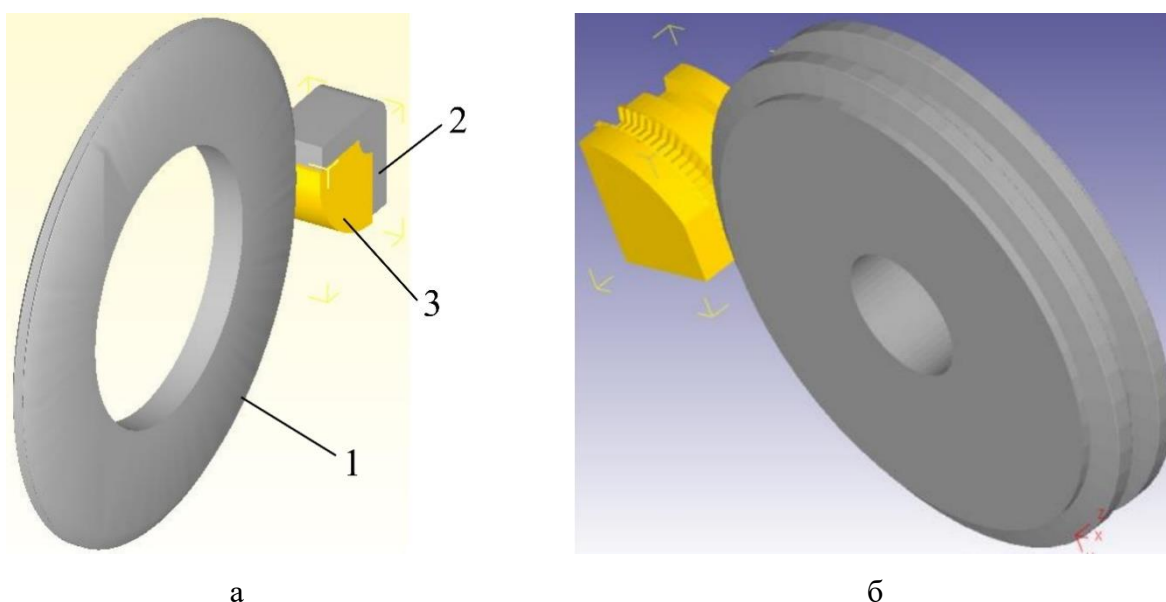


Рис. 2. КЭ модель для поверхностного пластического деформирования:

а – статико-импульсная обработка: 1 – деформирующий ролик, 2 – фиктивный инструмент, 3 – заготовка;

б – режуще-деформирующая обработка

Как видно из представленных моделей конечных элементов, возможно моделирование различного рода процессов. Тем самым, обуславливается широкая сфера применения анализа процессов методом конечных элементов.

Стоит отметить, что одного правильного моделирования недостаточно для получения достоверных результатов, т.к. необходимо знание теоретических и экспериментальных данных реального процесса. Например, система DEFORM позволяет осуществить моделирование процесса дробления железной руды в конусной дробилке, модель дробления представлена на рисунке 3.

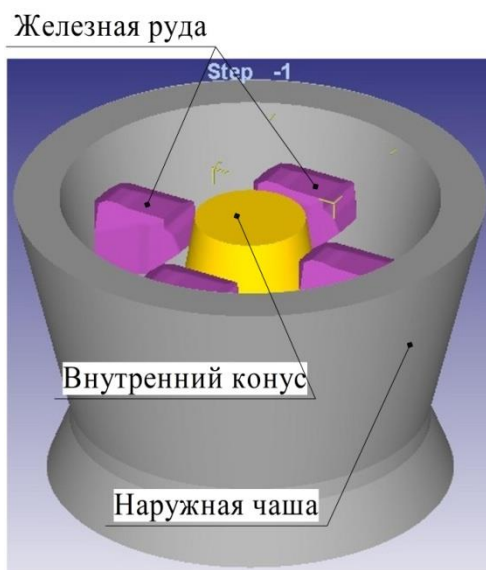


Рис. 3. КЭ модель дробления железной руды:

1 – внутренний конус; 2 – наружная чаша; 3 – железная руда

Как видно из рисунка 3, в результате моделирования можно получить различные результаты: спрогнозировать минимально-допустимые усилия, необходимые для дробления железной руды; проанализировать возможный характер перемещения железной руды в процессе дробления; спрогнозировать степень износа элементов дробилки (внутреннего конуса и наружной чаши) для оценки износостойкости применяемых броней и т.д.

Но для получения указанных выше результатов необходимо смоделировать ряд последовательных задач процесса дробления, т.к. для комплексного решения необходимо знание большого массива реальных значений дробления железной руды, к тому же на решение такой задачи потребуется большое количество временных и технических ресурсов для проведения моделирования.

Моделирование методом конечных элементов позволяет визуализировать картины влияния параметров процессов механической обработки на поля температур и

напряженно-деформированное состояние инструментов и заготовки, получить более ясное понимание процессов и использовать полученные значения как начальные для проведения натуральных экспериментов.

Применение компьютерного моделирования методом конечных элементов позволит существенно расширить область применения поверхностного пластического деформирования и эксплуатационные характеристики упрочняемых деталей; оптимизировать процесс вибрационного точения; визуализировать процессы работы горного оборудования с целью их последующей оптимизации.

Список литературы

1. Афонин А.Н., Макаров А.В., Ларин А.И., Мартынов Е.М. Гетерогенное упрочнение резьб и профилей поверхностным пластическим деформированием // Научно-технический вестник Поволжья. 2018. № 6. С. 41 – 43.
2. Афонин А.Н., Ларин А.И., Макаров А.В. Гетерогенное упрочнение деталей горно-металлургических машин поверхностным пластическим деформированием // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2015. – Том 58. – № 11. – С. 823-828.
3. Владимиров А.А., Сергиев А.П., Макаров А.В. Моделирование процесса вибрационного точения в программном комплексе DEFORM // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 5. – С. 82 – 85.
4. Горбунов И.В., Ефременков И.В., Леонтьев В.Л., Гисметулин А.Р. Особенности моделирования процессов механической обработки в САЕ-системах // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 4 (4). – С. 846 – 853.
5. Корендясев Г.К. О конечно-элементном моделировании процесса обработки металлов резанием // Вестник научно-технического развития. – 2015. – № 3 (91). – С. 14 – 24.
6. Таупек И.М., Кабулова Е.Г., Положенцев К.А., Лисовский А.В., Макаров А.В. Общее руководство по работе с программным комплексом DEFORM. -Старый Оскол: ООО ИПК «Кириллица», 2015. -217 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Владимиров А.А., Сергиев А.П., Макаров А.В.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,
tomm sti misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240*

Аннотация. В работе приведены результаты моделирования процесса вибрационного точения. Описано распределение температур в зоне резания и на поверхности режущего инструмента. Представлены графики распределения напряжений в зоне резания.

Ключевые слова: вибрационное точение, метод конечных элементов, амплитуда колебаний, частота колебаний, температура.

INVESTIGATION OF THE STRESS-DEFORMED VIBRATION STATE BY THE METHOD OF FINITE ELEMENTS

Vladimirov A.A., Sergiev A.P., Makarov A.V.

*Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, Stary Oskol
Annotation. The results of simulation of the vibrational turning process are given in the work. The distribution of temperatures in the cutting zone and on the surface of the cutting tool is described. The graphs of stress distribution in the cutting zone are presented.*

Keywords: vibratory turning, the finite element method, amplitude of oscillation, oscillation frequency, temperature.

Для исследования влияния параметров вибрационного резания на поля температур и напряженно-деформированное состояние инструмента и заготовки было принято решение о моделировании процесса методом конечных элементов с помощью программного комплекса DEFORM [4].

Для сравнения процессов было смоделировано два режима резания, которые соответствовали проведенным экспериментам [1 – 3]:

- 1) резание без вибраций: скорость резания $v = 88$ м/мин, глубина резания $t = 0,5$ мм, подача $S_0 = 0,26$ мм/об;
- 2) вибрационное резание: скорость резания $v = 88$ м/мин, глубина резания $t = 0,5$ мм, подача $S_0 = 0,26$ мм/об, амплитуда колебаний $A = 100$ мкм, частота колебаний $f = 50$ Гц.

В качестве материала заготовки была выбрана сталь марки AISI-321 (стандарт США), которая является аналогом стали марки 12X18Н10Т по ГОСТ 5632-2014. Материалом инструмента являлся твердый сплав WC (карбид вольфрама). Заготовке придавались пластичные свойства – твердость по Бринеллю 170 НВ, а инструмент являлся жестким. Температура заготовки и инструмента перед началом процесса составляла 20 °С. Для увеличения контактного взаимодействия инструмента и заготовки, а также уменьшения массива расчета, коэффициенты трения для пары карбид вольфрама – сталь были увеличены в 2 раза. Перед началом моделирования заготовка и инструмент дробились на сетку элементов, которыми являлись квадраты со стороной 0,06 мм. Ввиду особенностей программы DEFORM резец осуществлял прямолинейное движение, с периодическими колебаниями по дуговой траектории, вдоль заготовки, которая оставалась неподвижной [4].

В результате моделирования процессов резания были получены следующие значения. Например, температура в зоне резания на шаге расчета №112, в начале процесса резания, представленная на рисунках 1 и 2.

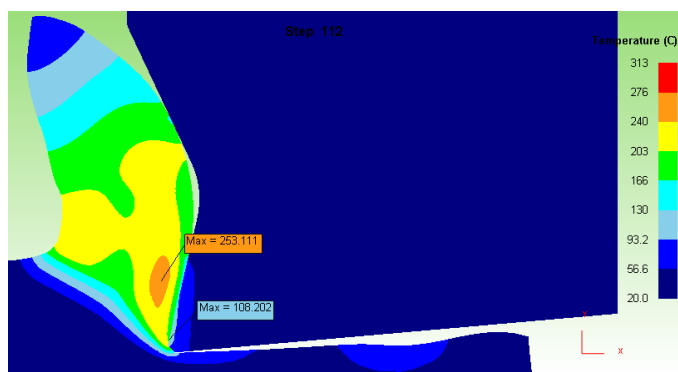


Рис. 1. Температура в зоне резания при точении

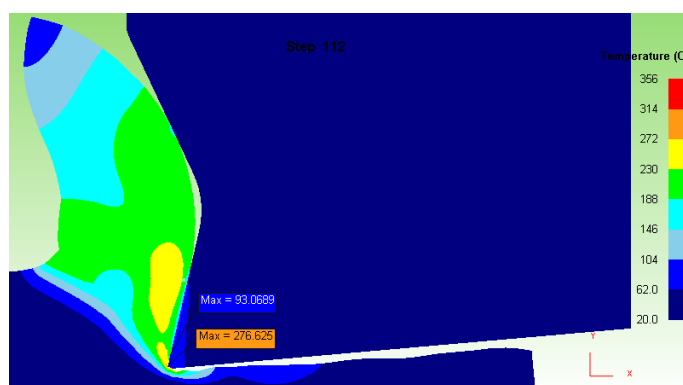


Рис. 2. Температура в зоне резания при виброточении

Из результатов расчета шага №112 очевидно, что максимальное значение шкалы температуры присуще процессу вибрационного резания, где $T = 356$ °С, в отличие от резания без колебаний инструмента, где $T = 313$ °С. Рост температуры при вибрационном резании связан с периодическим вибрационным воздействием на процесс резания, которое

способствует временному увеличению скорости резания. Данное явление подтверждается результатами моделирования, где при точении без вибраций максимальная температура в зоне резания составляет 253 °С, а максимальная температура на поверхности режущего инструмента равна 108 °С (рисунок 1). В случае виброточения, максимальная температура в зоне резания равна 276 °С, а зона образования тепла от взаимодействия материалов инструмента и заготовки смещена ближе к вершине инструмента (рисунок 2). При этом, температура на поверхности режущего инструмента составляет 93 °С, что так же свидетельствует о прерывании взаимодействия инструмента и заготовки в процессе виброточения. При дальнейшем моделировании процессов резания до шага №267 стали появляться отличия в характере распределения температур. Так для точения без колебаний температура тела стружки находилась в диапазоне от 200 до 240 °С, а в случае виброточения в диапазоне от 190 до 230 °С (рисунок 3), при этом зона контакта стружки с поверхностью режущего инструмента имела температуру от 230 до 270 °С.

Также произошли изменения в зоне нагрева режущего инструмента. Например, глубина проникновения температуры в тело режущего инструмента изменилась незначительно, что подтверждается измерениями по передней и задней поверхностям инструмента, представленными на рисунке 3. При этом стоит отметить, что при точении без колебаний вершина режущего инструмента имеет три зоны нагрева, общая температура которых находится в диапазоне от 56 до 166 °С. При виброточении вершина инструмента имеет две зоны нагрева, а температура находится в диапазоне от 62 до 146 °С. Это явление объясняется прерыванием постоянного контакта обрабатываемого материала с материалом инструмента. Тем самым, снижение температуры на вершине режущего инструмента позволит увеличить его период стойкости.

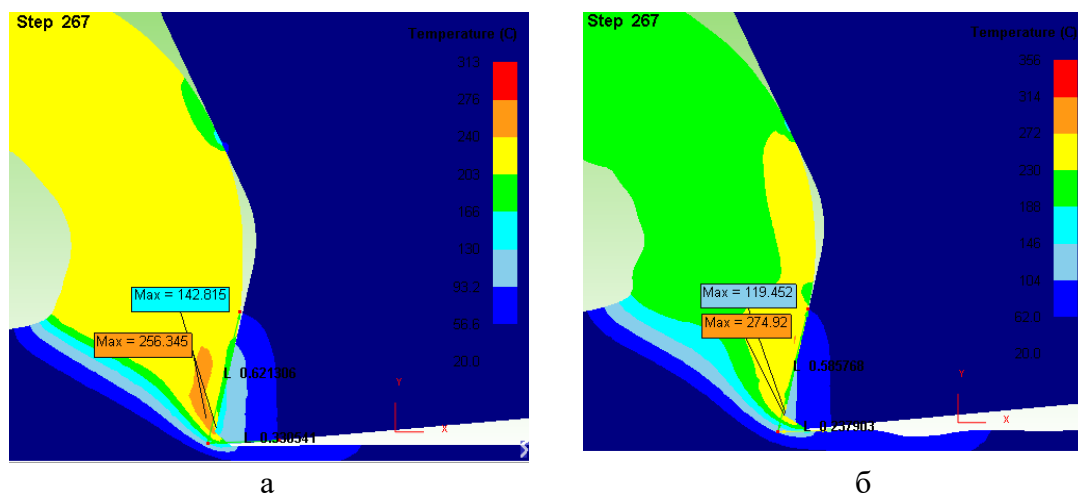


Рис. 3. Температура в зоне резания: а – при точении; б – при виброточении

Анализируя полученные расчетные значения температуры в зоне резания и на внутренней поверхности стружки, правомерно сформулировать вывод об оплавлении

кромки стружки. При точении постоянный контакт режущего инструмента с обрабатываемым материалом заготовки обуславливает постоянную высокую температуру в теле стружки (рисунок 3а), что обеспечивает ее пластичность и сливной тип. В случае виброточения, происходит прерывание постоянного контакта режущего инструмента с заготовкой, это обеспечивает снижение температуры в теле стружки, уменьшение ее пластичности и изменение типа. При этом, периодическое увеличение скорости резания увеличивает температуру контактной зоны, в результате чего на кромке стружки появляется оплавление.

Таким образом, результаты моделирования процесса резания подтверждают, что применение вибрационного резания позволяет снизить температуру на вершине режущего инструмента, а интенсивность снижения температуры зависит от амплитудно-частотных характеристик вибрационного резания, при которых амплитуда колебаний должна находиться в пределах $A = 80 \dots 120$ мкм, а частота колебаний режущего инструмента, в зависимости от числа оборотов заготовки, должна быть больше и находиться в соотношении не менее чем 5:1. При этом, большее значение амплитуды соответствует продолжительному времени охлаждения вершины инструмента, а большее значение частоты колебаний увеличению числа повторов моментов охлаждения.

Дальнейшим шагом по исследованию полученных результатов компьютерного моделирования процессов резания, было определение напряжений и сил в зоне резания, значения которых представлены на рисунке 4.

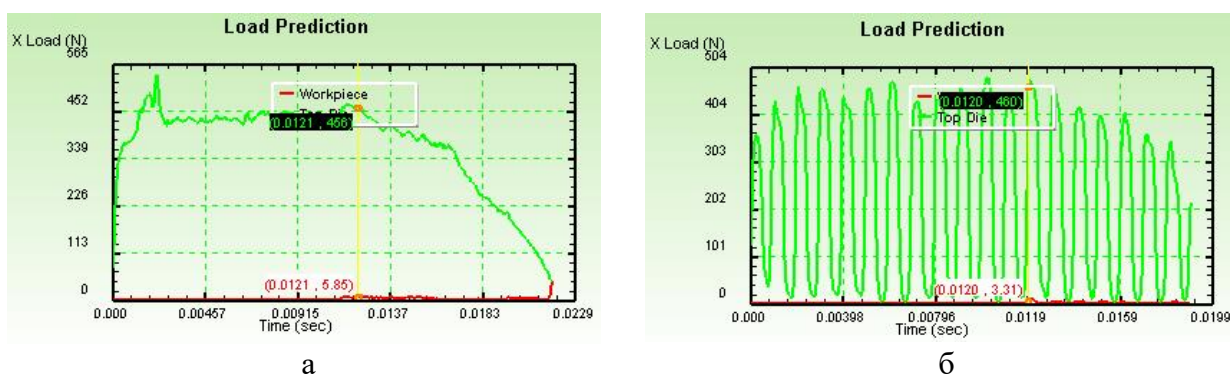


Рис. 4. Напряжения в зоне резания по направлению главного движения резания:

а – при точении; б – при виброточении

Анализ представленных графических материалов по напряжениям и силам в зоне резания показал, что напряжения, возникающие в зоне резания имеют большее значение при виброточении. При этом стоит отметить, что максимальные значения напряжений

сосредотачиваются у вершины режущего инструмента, т.е. имеют такой же характер распределения, как и температура. Величины напряжений, направленных перпендикулярно от режущей поверхности инструмента и проходящие через срезаемый слой материала, имеют большие значения при точении, тем самым оказывают большее воздействие на переднюю поверхность режущего инструмента и находятся в диапазоне от 650 до 760 МПа. При виброточении, напряжения находятся в диапазоне от 590 до 710 МПа и меньше локализуются у режущей поверхности инструмента.

Такое явление также обуславливается прерыванием, за счет применения вибрационного резания, контактного взаимодействия инструмента и заготовки, что в свою очередь подтверждается графическими зависимостями силы резания от времени вдоль оси X (рисунок 4). График силы резания при виброточении показывает изменение силы резания в зависимости от амплитуды и частоты колебаний, при этом максимальное значение силы также присуще точению без наложения колебаний.

Таким образом, исходя из результатов моделирования и проведенных экспериментов, стоит отметить, что для снижения сил резания и увеличения внутренних напряжений в заготовке при виброточении, необходимо соблюдение соотношения амплитудно-частотных характеристик, при котором амплитуда колебаний должна находиться в пределах $A = 100 \dots 200$ мкм, а частоту колебаний достаточно поддерживать в диапазоне $f = 40 \dots 60$ Гц, при условии соблюдения соотношения частот вращения заготовки и колебаний режущего инструмента как минимум 1:5.

Немалый интерес вызывают энергетические зависимости каждого из процессов, которые представлены на рисунке 5.

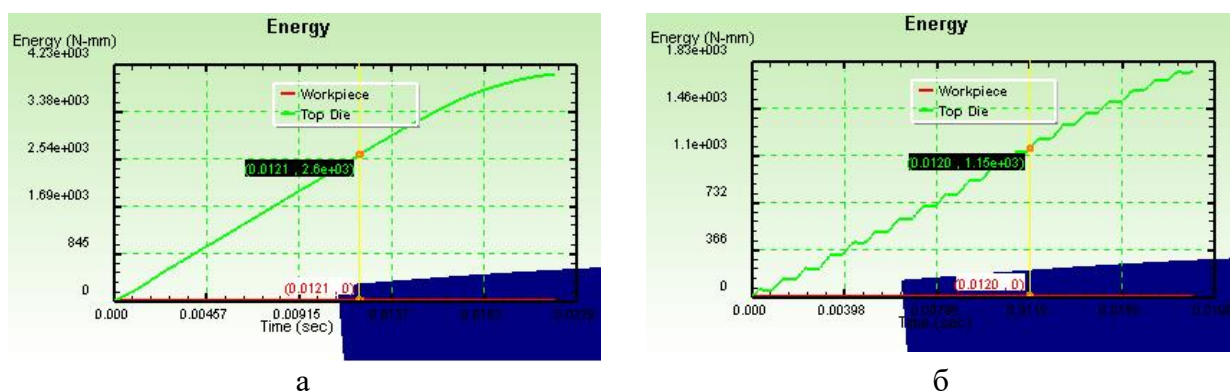


Рис. 5. Зависимость энергии резания от времени: а – при точении; б – при виброточении

Анализируя полученные зависимости, стоит сразу отметить, что затраты энергии при точении больше более чем в два раза, чем при виброточении. Кривые, характеризующие зависимость энергии резания от времени, показывают, что с течением времени происходит постепенное ее увеличение. Несмотря на постепенное увеличение

энергетических затрат на процесс резания, характер зависимости энергии от времени при виброточении имеет некоторые особенности. На графике отчетливо видны прямолинейные участки, соответствующие обратному ходу (холостому) колебания резца, при котором режущий инструмент выводится из зоны резания. Далее происходит рабочий ход, при котором затраты энергии на процесс резания остаются прежними, а величина перемещения режущего инструмента относительно заготовки увеличится за счет встречного движения.

Таким образом, можно сделать вывод, что наложение гармонических колебаний маятникового типа снижает затраты энергии на резание в 1,8...2,3 раза, при этом большее влияние на снижение энергии оказывает амплитуда колебаний.

Обобщая результаты моделирования процессов резания при точении и виброточении, можно сформулировать следующие выводы:

- результаты моделирования процесса виброточения позволили подтвердить изменение силы резания и степени деформации срезаемого слоя, от динамического воздействия вершины резца с обрабатываемым материалом, по периодическому закону [2];
- периодическое вибрационное воздействие позволяет создавать условия для исчерпания запаса пластичности обрабатываемого материала, что подтверждается результатами моделирования напряжений в прирезцовой зоне срезаемого слоя материала [2];
- периодическое вибрационное воздействие изменяет механизм износа и уменьшает его интенсивность за счет прерывания процесса взаимодействия диффузионно-вязкого слоя с материалом инструмента, повышает период стойкости инструмента, что подтверждается расчетами температуры в зоне резания и контактируемой с заготовкой части режущего инструмента [3].

Список литературы

1. Sergiev A.P., Vladimirov A.A., Shvachkin E.G. Optimization of Vibrational Cutting // Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 6, pp. 505 – 508.
2. Владимиров А.А., Сергиев А.П., Макаров А.В. Моделирование процесса вибрационного точения в программном комплексе DEFORM // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 5. – С. 82 – 85.
3. Владимиров А.А., Сергиев А.П. Влияние амплитуды колебаний на составляющие функции комплексного вибрационного воздействия низкочастотных колебаний // Известия ВолгГТУ. – 2018. – №7 (217). – С. 13-16.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ
КОЛЕБАНИЙ НА ОБОБЩЕННУЮ ФУНКЦИЮ ВИБРАЦИОННОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Владимиров А.А., Сергиев А.П.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)

ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm sti misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240

***Аннотация.** Статья посвящена разработке математической модели механизма формирования шероховатости поверхности в виде обобщенной функции вибрационного воздействия. Модель включает в себя три основных фактора воздействия вибраций в зоне резания: вибрационную скорость, вибрационное ускорение и энергию рассеивания в зоне резания. Математическая модель раскрывает физическую сущность процесса вибрационного резания и позволяет описывать механизм формирования шероховатости поверхности при постоянной амплитуде изменением частоты колебаний.*

Ключевые слова: *вибрационное резание, виброскорость, виброускорение, энергия рассеивания, обобщенная функция вибрационного воздействия, амплитуда колебаний, частота колебаний, шероховатость поверхности.*

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF AMPLITUDE-FREQUENCY PARAMETERS
OF VIBRATIONS ON THE GENERALIZED FUNCTION OF VIBRATION IMPACT**

Vladimirov A.A., Sergiev A.P.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, Stary Oskol

***Annotation.** The article is devoted to the development of a mathematical model for the formation of a surface roughness in the form of a generalized function of the vibrational action. The model includes three main factors of the impact of vibrations in the cutting zone: the vibrational speed, the vibrational acceleration and the energy of dispersion in the cutting zone. The mathematical model reveals the physical essence of the process of vibrational cutting and allows describing the mechanism of surface roughness formation at a constant amplitude by changing the frequency of oscillations.*

Keywords: *cutting vibration, vibrospeed, vibroacceleration, dissipating energy, generalized function of vibration exposure, the amplitude of the oscillation, oscillation frequency, surface roughness.*

В современном горном и металлургическом машиностроении все большее применение находят материалы, обладающие высокими физико-механическими характеристиками, что в свою очередь увеличивает эксплуатационные показатели, но ухудшает их обрабатываемость резанием. Применение вибрационного резания при точении таких материалов является одним из эффективных способов обработки. Задание определенных режимов колебаний, для обеспечения требуемой шероховатости поверхности является актуальной задачей.

На основании результатов предшествующих экспериментов [1, 2] по вибрационному точению стали 12Х18Н10Т, можно считать установленным, что разработку математической модели, характеризующей параметры шероховатости при вибрационном резании, целесообразно представить в виде обобщенной функции вибрационного воздействия (ОФВВ) $F(A, \omega)$, включающей влияние трех основных факторов воздействия вибраций в зоне резания: виброскорости ($A\omega$), вибрационного ускорения ($A\omega^2$), определяющего силу резания, и энергии рассеивания в зоне деформаций за период колебания ($A^2\omega^2$) [3].

Наличие таких факторов, как вибрационное ускорение и энергия рассеивания, определяет целесообразность поиска решения ОФВВ в виде полинома второй степени

$$Y = F(A, \omega) = B_0 + B_1X_1 + B_2X_1^2 + B_3X_2, \quad (1)$$

Принимая функцию отклика $Y = Ra$, после подстановки соответствующих факторов $X_1 = A\omega$, $X_2 = A\omega^2$ получим

$$Ra = B_0 + B_1(A\omega) + B_2(A^2\omega^2) + B_3(A\omega^2), \quad (2)$$

где B_0 – исходное значение параметра шероховатости;

$B_1A\omega$ – долевое влияние виброскорости;

$B_2A^2\omega^2$ – долевое влияние рассеяния энергии в зоне резания за период;

$B_3A\omega^2$ – долевое влияние вибрационного ускорения, характеризующее силовое воздействие.

Для вычисления коэффициентов полинома были проведены серии экспериментов на следующих режимах колебаний:

- 1) амплитуды $A = 10, 30$ и 50 мкм и частоты $f = 9,6; 16,7$ и $23,9$ Гц;
- 2) амплитуда $A = 70$ мкм и частоты $f = 50; 60$ и 70 Гц;
- 3) амплитуда $A = 100$ мкм и частоты $f = 5; 15$ и 25 Гц.

Значение шероховатости оценивали как среднее из четырех измерений на каждом обработанном участке. Эмпирические формулы ОФВВ при $A = 10$ мкм (3), $A = 30$ мкм (4), $A = 50$ мкм (5) приняли следующий вид

$$Ra = 3,393 - 1,13 \cdot 10^{-3}(A\omega) + 2,67 \cdot 10^{-3}(A^2\omega^2) - 7,5 \cdot 10^{-3}(A\omega^2), \quad (3)$$

$$Ra = 3,393 + 3,19 \cdot 10^{-4}(A\omega) + 2,2 \cdot 10^{-7}(A^2\omega^2) + 5,77 \cdot 10^{-6}(A\omega^2), \quad (4)$$

$$Ra = 3,393 + 3,02 \cdot 10^{-4}(A\omega) + 6,43 \cdot 10^{-8}(A^2\omega^2) + 2,84 \cdot 10^{-6}(A\omega^2). \quad (5)$$

Эмпирическая формула ОФВВ при $A = 70$ мкм, приняла вид

$$Ra = 3,393 + 2,02 \cdot 10^{-4}(A\omega) - 6,31 \cdot 10^{-9}(A^2\omega^2) + 5,23 \cdot 10^{-7}(A\omega^2). \quad (6)$$

Дальнейшие экспериментальные и теоретические исследования проводились при амплитуде колебаний $A = 100$ мкм и частотах от 5 до 25 Гц.

Эмпирическая формула ОФВВ при $A = 100$ мкм, приняла вид

$$Ra = 3,393 + 7,86 \cdot 10^{-4}(A\omega) - 3,12 \cdot 10^{-8}(A^2\omega^2) + 6,41 \cdot 10^{-7}(A\omega^2). \quad (7)$$

Для установления зависимости каждого составляющего фактора ОФВВ на шероховатость поверхности были построены графики (рис. 1 – 4).

Анализ зависимостей (рис. 1) показал, что составляющая $B_1A\omega$ для амплитуды 10 мкм уменьшается при увеличении частоты колебаний. Для амплитуд 30 и 50 мкм, увеличение составляющей $B_1A\omega$ способствует увеличению шероховатости. При этом, значение составляющей возрастает с ростом частоты колебаний и вновь уменьшается при амплитуде 100 мкм.

Из графика (рис. 2) очевидно, что для амплитуд 10, 30 и 50 мкм рост составляющей $B_2A^2\omega^2$, при увеличении частоты колебаний, способствует увеличению шероховатости. Механизм воздействия рассеивания энергии в зоне деформации изменяется с ростом амплитуды колебаний и достигает максимума при амплитуде колебаний 100 мкм, при увеличении частоты, наблюдается снижение шероховатости за счет возрастания влияния составляющей функции $B_2A^2\omega^2$, которая растет с ростом частоты колебаний.

Что касается составляющей $B_3A\omega^2$ ОФВВ (рис. 3), то она также оказывает различное влияние на механизм формирования шероховатости, в зависимости от амплитуды колебаний, оказывал оптимальное влияние на снижение шероховатости при частотах колебаний 20...25 Гц, при $A = 100$ мкм.

Таким образом, для амплитуды 10 мкм уменьшение значения составляющей $B_3A\omega^2$, при увеличении частоты колебаний, приводит к увеличению шероховатости поверхности. При увеличении частоты колебаний для амплитуд 30, 50 и 100 мкм составляющая $B_3A\omega^2$ ОФВВ возрастает, но в отличие от зависимостей для амплитуд 30 и 50 мкм, увеличение составляющей для 100 мкм способствует уменьшению шероховатости поверхности.

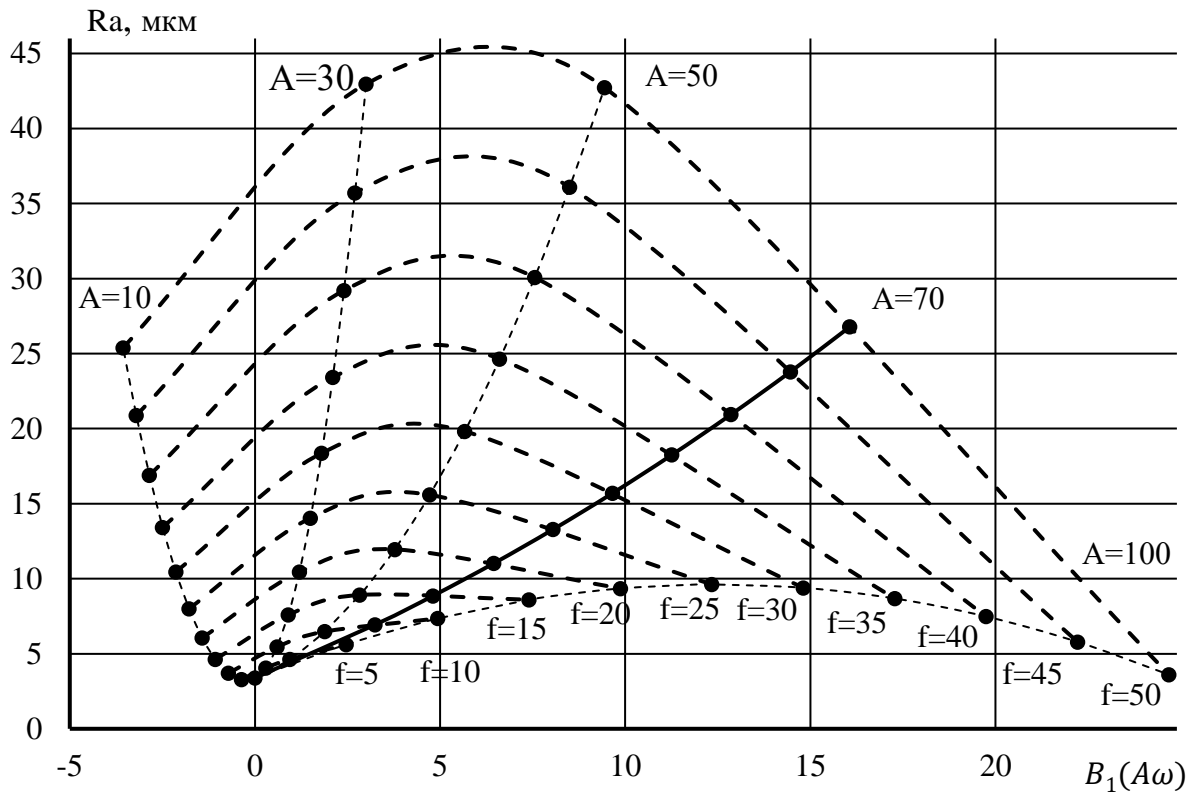


Рис. 1. Зависимость шероховатости от составляющей $B_1(A\omega)$

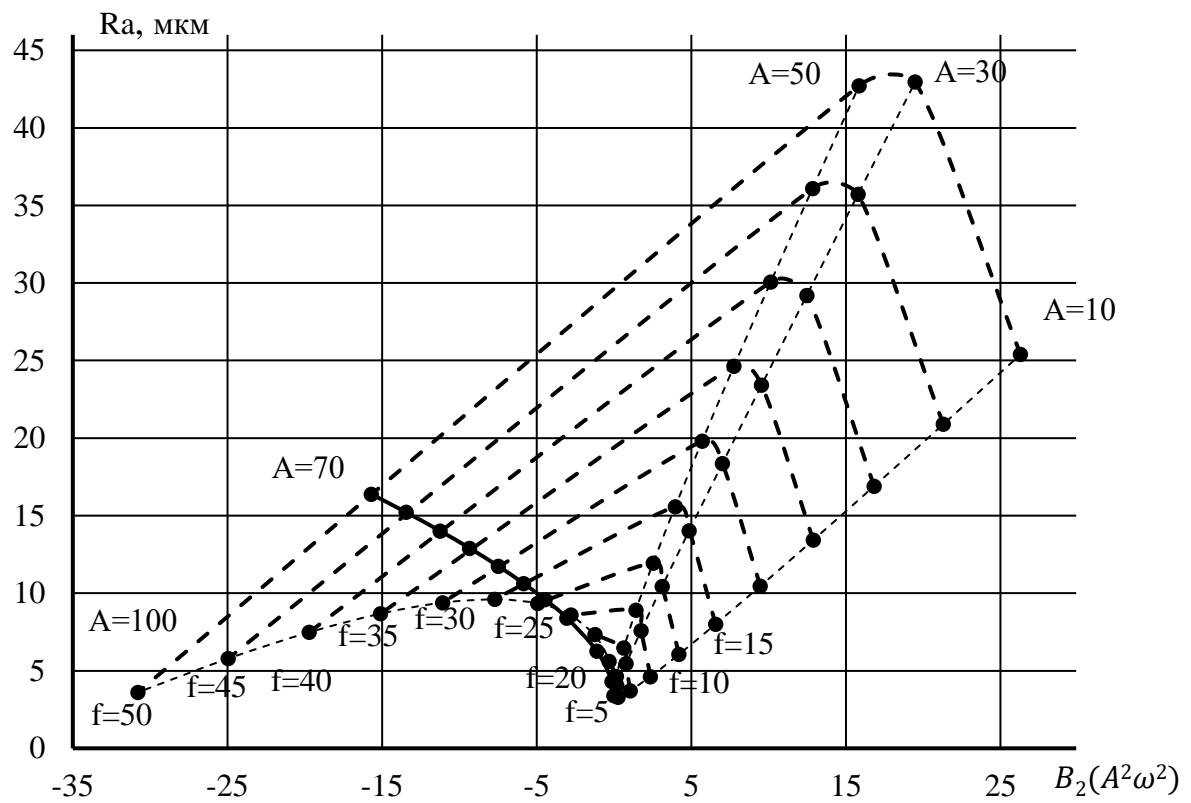


Рис. 2. Зависимость шероховатости от составляющей $B_2(A^2\omega^2)$

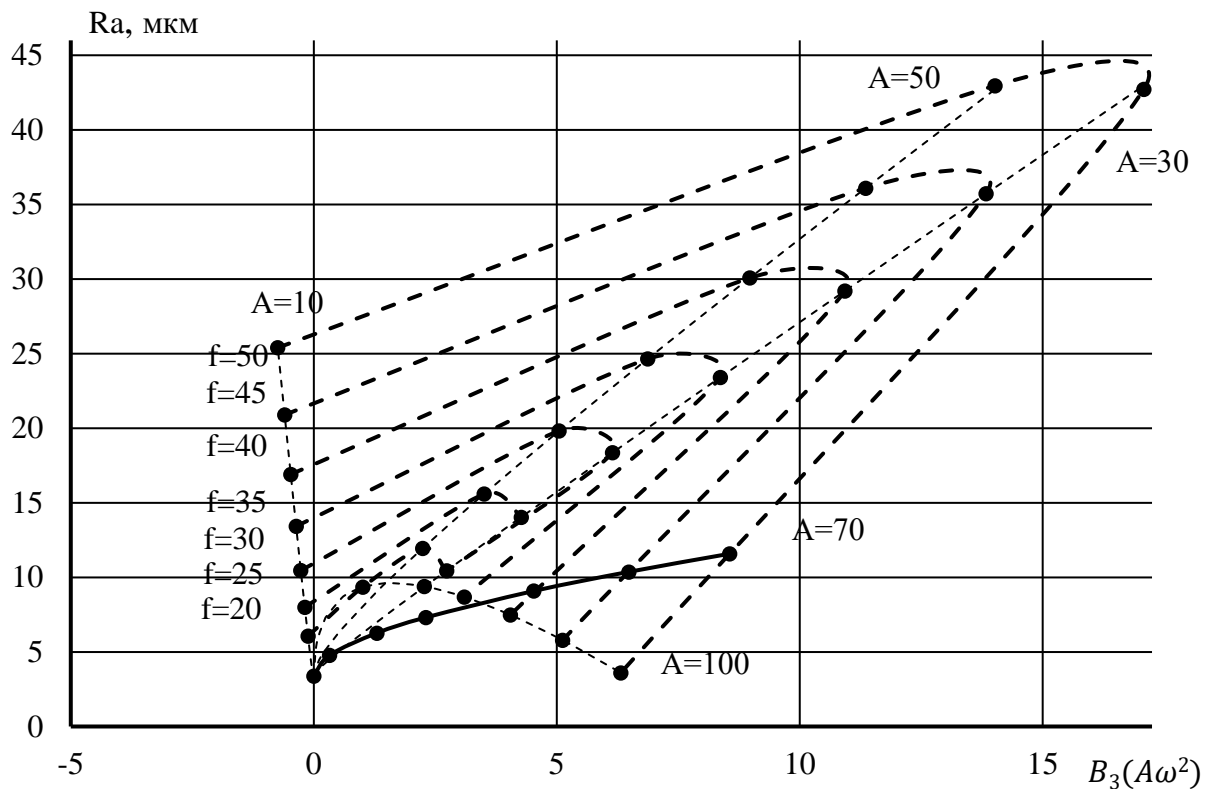


Рис. 3. Зависимость шероховатости от составляющей $B_3(A\omega^2)$

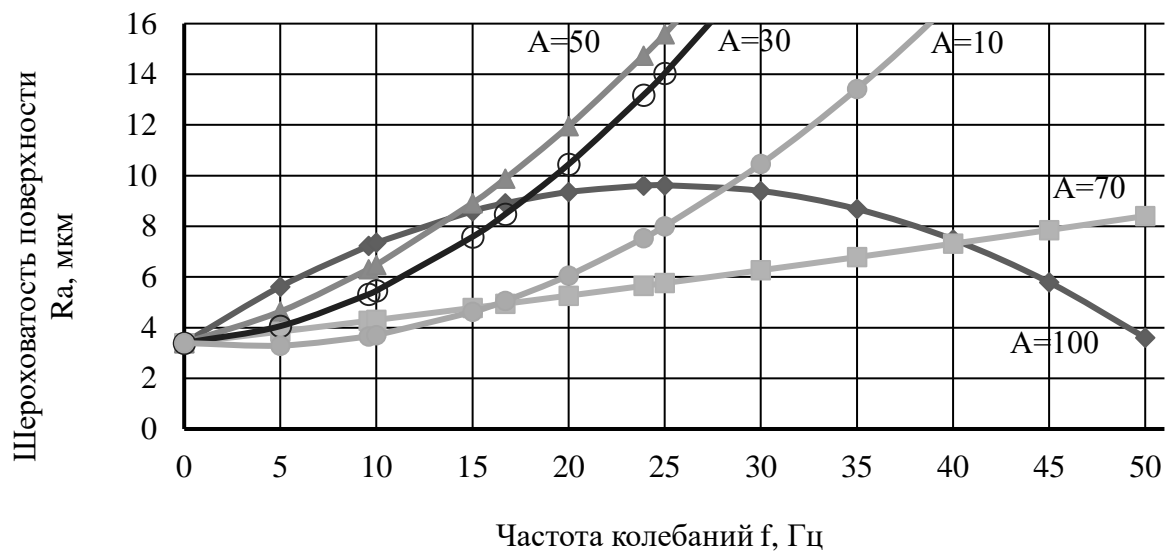


Рис. 4. Зависимость шероховатости от частоты колебаний

Различный характер влияния составляющих ОФВВ на шероховатость поверхности объясняется их специфическим воздействием на механизм стружкообразования в зоне резания при виброточении и наглядно демонстрируется кривыми (рис. 4). Анализ зависимости при амплитуде 100 мкм показал, что с увеличением частоты колебаний наблюдается уменьшение шероховатости поверхности, что позволяет при имеющихся технических параметрах вибрационного резания считать оптимальным.

Оценка экспериментальных и расчетных значений показала адекватность разработанных математических моделей.

Представленная математическая модель, в виде обобщенной функции вибрационного воздействия, позволяет установить оптимальные параметры вибрационного резания при требуемом уровне шероховатости поверхности.

Список литературы

1. Sergiev A.P., Vladimirov A.A., Shvachkin E.G. Optimization of Vibrational Cutting // Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 6, pp. 505-508.
2. Владимиров А.А., Сергиев А.П., Макаров А.В. Моделирование процесса вибрационного точения в программном комплексе DEFORM // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 5. – С. 82-85.
3. Владимиров А.А., Сергиев А.П. Влияние амплитуды колебаний на составляющие функции комплексного вибрационного воздействия низкочастотных колебаний // Известия ВолгГТУ. – 2018. – №7 (217). – С. 13-16.
4. Таупек И.М., Кабулова Е.Г., Положенцев К.А., Лисовский А.В., Макаров А.В. Общее руководство по работе с программным комплексом DEFORM. -Старый Оскол: ООО ИПК «Кириллица», 2015. - 217 с.
5. Сергиев А. П., Владимиров А. А., Макаров А. В., Швачкин Е. Г. Физические основы процесса вибрационного резания при точении // Научно-теоретический журнал Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – № 3. – С. 94-102.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС МЕТОДОМ НАКАТКИ

Гринь А.О., Романенко М.Ю., Петров А.А.

Донской государственный технический университет

Аннотация. Нагруженные и быстроходные зубчатые колёса сильно изнашиваются. Так как зубчатые колёса трудоёмки в изготовлении и дефицитны, при ремонте машин ищут различные способы качественного их восстановления. Такими способами являются: восстановление зубьев шестерен наплавкой, напрессовкой зубчатых венцов, напрессовкой венцов с последующим зубонарезанием, накаткой мелкозубчатых зубьев, установкой зубчатых секций или отдельных зубьев для крупномодульных и неточных зубчатых колёс.

Ключевые слова: восстановление; накатка; производственные работы.

GEAR WHEEL RESTORATION TECHNOLOGY BY KNURLING

Grin A.O., Romanenko M.Yu., Petrov A.A.

Don State Technical University

Annotation. Loaded and high-speed gear wheels wear out a lot. Since gear wheels are labor-intensive in manufacturing and are scarce, in the repair of machines they seek various ways of qualitatively restoring them. Such methods are: restoration of gear teeth by surfacing, press-fitting gear crowns, press-fitting crowns with subsequent gear cutting, rolling fine modular teeth, installing gear sections or individual teeth for coarse-grained and inaccurate gear wheels.

Keywords: restoration; knurling; production work.

Современные высокоскоростные зубчатые колёса любых машин нуждаются в отделочной обработке. При изготовлении зубчатых колёс в настоящее время применяются холодное накатывание зубьев вместо зубошевирования. При этом окончательная обработка боковых поверхностей зубьев осуществляется без снятия стружки, посредством пластического деформирования металла в холодном состоянии.

Накатка зубчатых колёс методом прокатки происходит пластическим деформированием поверхностного слоя нагретого металла, волокна которого изгибаются по конфигурации зубьев; металл уплотняется и получает поверхностный наклеп, что обеспечивает повышенную механическую прочность и твердость; последнее увеличивает, при прочих равных условиях, его износостойкость. Вследствие этого полная или частичная замена обработки резанием при получении зубчатых колёс обработкой давлением с максимальным приближением формы и размеров заготовки зубчатого колёса

к размерам готовой детали обеспечивает экономию металла, улучшение структуры и повышение прочности металла изделия.

Накатку зубчатых колес и звездочек используют как окончательную операцию обработки зубчатого венца при производстве зубчатых колес. Зубчатый валок получает принудительное вращение и радиальное перемещение от гидравлического устройства, благодаря чему он постепенно деформирует заготовку, образуя на ней зубья. Ролик, свободно вращаясь на валу, обкатывает зубья по наружной поверхности.

При накатке зубчатых колес колесо применяют заготовки прутковые и дисковые; последние собирают в пакет на специальной оправке, устанавливаемой в центрах станка.

При накатке зубчатых колес могут применяться заготовки двух типов - прутковые и дисковые. Прутковые заготовки используются для плоских зубчатых колес, а дисковые как для плоских, так и для колес со ступицей. Прутковые и дисковые плоские заготовки, набранные в пакет на оправке, накатывают осевой подачей при изготовлении цилиндрических зубчатых колес со ступицами; шевронные колеса накатывают с радиальной подачей. Зубчатые колеса с модулем $m \geq 1$ мм накатывают в холодном состоянии, с $m < 1$ мм - в горячем состоянии.

При накатке зубчатых колес можно применять заготовки двух типов: прутковые и дисковые; последние собирают в пакет на специальной оправке, устанавливаемой в центрах станка.

При накатке зубчатых колес могут применяться заготовки двух типов - прутковые и дисковые. Прутковые заготовки используются для плоских зубчатых колес, а дисковые как для плоских, так и для колес со ступицей. Прутковые и дисковые плоские заготовки, набранные в пакет на оправке, накатывают осевой подачей при изготовлении цилиндрических зубчатых колес со ступицами; шевронные колеса накатывают с радиальной подачей. Зубчатые колеса с модулем $m < 1$ мм накатывают в холодном состоянии, с $m > 1$ мм - в горячем состоянии.

Большой технический прогресс обеспечивают специальные станы для накатки зубчатых колес, винтов с крупной резьбой и других подобных изделий. Механическая обработка этих изделий с точки зрения производительности прогрессирует очень медленно, несмотря на огромную потребность изделий указанного типа; так, за последние 30 лет производительность металлорежущих станков, занятых на изготовлении зубчатых колес, увеличилась всего в 1,5 раза, что не соответствует общему развитию машиностроения и не может удовлетворить его потребности. Внедрение зубонакатных станов на автомобильных, тракторных, сельхозмашиностроительных и других заводах дает огромный технико-экономический эффект.

Кроме рассмотренных выше процессов штамповки на универсальных кузнечно-штамповочных машинах применяются специализированные процессы штамповки на машинах узкого технологического назначения. Основные из них - штамповка на ротационно-ковочных машинах; вальцовка (штамповка на ковочных вальцах); поперечная, поперечно-клиновья, поперечно-винтовая прокатки; раскатка кольцевых заготовок; накатка зубчатых колес и звездочек.

При накатке зубьев тракторных колес вес заготовки снижается до 7 кг, или каждое 5 - 6-е колесо можно получить из сэкономленного металла. При оформлении профиля зубьев 400 тыс. штук конических и цилиндрических шестерен методом полугорячей прокатки штампованных заготовок на Минском заводе шестерен сэкономлено 500 т металла и 310 тыс. руб. Точность накатки зубчатых колес, изготовленных этим способом, по основным параметрам соответствует 9 - й степени по ГОСТ 1643 - 56, а по чистоте поверхности - 4 - 6 классам.

Скорость вращения валков и величина их подачи. Соблюдение необходимой скорости вращения валков имеет большое значение. Практически скорость накатки для зубчатых колес 0,3 – 0,5 м/сек, для звездочек 0,5 – 1,5 м/сек, для винтов при холодной накатке 0,1 – 0,25 м/сек, при горячей накатке 0,3 – 0,9 м/сек; скорость подачи валков для накатки зубчатых колес с радиальной подачей вначале 0,7 – 1,5 мм и в конце 0,15 – 0,3 мм на 0,5 оборота заготовки; для накатки зубчатых колес с осевой подачей заготовки 2 - 10 мм/сек; для накатки звездочек 0,5 – 0,7 мм на 0,5 оборота заготовки; для холодной накатки винтов - осевая подача заготовки в валки 7 - 9 мм, для горячей - 12 - 15 мм в секунду.

Точная горячая штамповка применяется также как предварительная операция изготовления зубчатых колес перед накаткой на специальных станах, на которых производится окончательное оформление формы зубьев. Этот метод доминирует в нашей промышленности. В качестве инструмента применяют накатные колеса или накатные рейки. Типовые операции следующие: штамповка заготовки, расточка отверстия и обточка наружного диаметра, горячая накатка зубьев, холодная калибровка зубьев. Мелкие зубчатые колеса с модулем 1 мм изготавливают исключительно холодным накатыванием.

Поскольку накатные зубья шестерен по прочности и износоустойчивости превосходят нарезанные, то это дает возможность при изготовлении аналогичных деталей применять углеродистую сталь пониженной прокаливаемости вместо дорогостоящей высоколегированной. После отработки технологических режимов пластического деформирования метод горячей накатки шестерен из стали пониженной прокаливаемости был с успехом внедрен на Горьковском автозаводе и некоторых других предприятиях.

Горяче-холодный метод накатки шестерен заключается в следующем. После первой горячей накатки зубьев оставляют припуск 0,05— 0,07 мм на сторону, и зубья калибруются в холодную до окончательного размера. Эта операция заменяет чистовое фрезерование и шевингование зубьев и обеспечивает получение шестерен в пределах 6—7-й степеней точности. По сравнению с существующими методами механической обработки шестерен этот метод обеспечивает высокую производительность и экономичность процесса.

Сочетание тенденций накатки деталей обеспечивает высокую эффективность только в случае выбора самых эффективных по концентрации операций параметров агрегатного оборудования и технологических систем в целом. Трудности накатки деталей возникают из условия: любое мероприятие должно решаться конкретно для данного изделия, детали и продукта в соответствии с их техническими требованиями, особенностями, точности размеров и форм, материалу и массе деталей, взаимному расположению поверхностей.

Список литературы

1. Ivanov V.V., Popov S.I., Kirichek A.V. Investigation of optimal chemical composition of cast aluminum alloys for vibrational mechanical-chemical polishing and deposition of protective and decorative coatings // XI International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems (MEACS 2017): IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 327, 2018. doi:10.1088/1757-899X/327/3/032026
2. Ivanov V.V., Popov S.I., Kirichek A.V. Qualitative Characteristics of MoS₂ Solid-Lubricant Coating Formed by Vibro-Wave Impact of Free-Moving Indenters // Key Engineering Materials, Vol. 736, pp. 18-22, 2017. DOI:10.4028/ www.scientific.net/ KEM.736.18
3. Гальченко Г.А., Попов С.И., Марченко Ю.В. Использование баз данных на транспорте. Технология создания: учеб. пособие. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2018. - 111 с.
4. Марченко Э.В., Попов С.И., Марченко Ю.В., Донцов Н.С., Иванов В.В., Скудина А.А. Технические измерения на транспорте: учеб. пособие. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2017. – 81 с.
5. Гальченко Г.А., Дроздова О.Н. Использование информационных технологий для повышения качества образования в области организации транспортных процессов. В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании Сборник научных

- трудов научно-методической конференции, посвященной 85-летию ДГТУ. 2015. С. 97-101.
6. Иванов В.В., Попов С.И., Валявин В.Ю., Марченко Ю.В., Марченко Э.В. Особенности инструментального обеспечения для формирования вибрационных механохимических покрытий // Мир гальваники. – 2015. – № 1(29). – С.34-38.
 7. Попов С.И., Марченко Ю.В., Донцов Н.С., Иванов В.В., Марченко Э.В. Исследование возможности восстановления стенок цилиндра двигателей внутреннего сгорания (ДВС) за счет применения твердосмазочных материалов на основе дисульфида молибдена // Научные технологии на современном этапе развития машиностроения: Материалы VIII международной научно-технической конференции, 19-21 мая. – М., 2016. – С. 179-181.
 8. Марченко Э.В., Попов С.И., Марченко Ю.В., Донцов Н.С. Метод нанесения твердосмазочных материалов на стальной канат в процессе его производства // Виброволновые процессы в технологии обработки деталей высокотехнологичных изделий: Сборник трудов международного научного симпозиума технологов-машиностроителей, 3-6 октября. – Ростов н/Д, 2017. – С. 131-134.
 9. Иванов В.В., Гальченко Г.А. Вибрационное механохимическое цинкование крепёжных деталей автомобиля // Автомобильная промышленность. – 2016. – № 2. – С. 30-32.

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭИЛ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ
НАНОДИСПЕРСНЫМ КОМПОНЕНТОМ СВС-ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ**

Кудряшов А. Е.¹, Левашов Е. А.¹, Репников Н.И. ², Макаров А.В.²

1 - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Ленинский проспект, 4, Москва, 119049, Россия, aekudr@yandex.ru

2 - Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», микрорайон имени Макаренко, д.42, г. Старый Оскол, Белгородская обл., 309516, Россия

***Аннотация.** Электроискровое легирование образцов из белого чугуна СПХН-60 проводили в 2 этапа. На первом этапе наносили подслоя, на втором - многофункциональное защитное покрытие. Рассчитан критерий Палатника, выбраны материалы для нанесения подслоя – никель и хром. Изучено влияние подслоя на особенности формирования, структуру, состав и свойства покрытий при применении модифицированных нанодисперсным компонентом СВС-электродных материалов СТИМ-40НАОКн ($TiC - NiAl + ZrO_2^{nano}$) и СТИМ-11ОКн ($TiB_2 - NiAl + ZrO_2^{nano}$). Нанесение подслоя способствовало снижению скорости окисления покрытий в 10 раз и повышению износостойкости в 4 раза по сравнению с неупрочненным чугуном. Разработанная технология упрочнения и СВС-электродные материалы успешно апробированы на предприятиях РФ.*

Ключевые слова: электроискровое легирование (ЭИЛ), самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), синтетический твердый инструментальный материал (СТИМ), белый чугун, подслоя, нанодисперсный порошок, структура, шероховатость.

**THE APPLICATION OF THE TECHNOLOGY OF ELECTROSPARK ALLOYING
AND MODIFIED NANODISPERSED COMPONENT OF SELF-PROPAGATING HIGH-
TEMPERATURE SYNTHESIS OF ELECTRODE MATERIALS TO INCREASE THE
RESISTANCE OF THE ROLLS**

Kudryashov A.E.¹, Levashov E.A.¹, Repnikov N.I.², Makarov A.V.²

*1 – National University of Science and Technology «MISIS», Moscow,
2 – Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Stary Oskol*

***Annotation.** Electrosark alloying of samples from white cast iron SPHN-60 was carried out in 2 stages. At the first stage, a sublayer was applied, at the second - a multifunctional protective coating. Calculated the Palatnik's criterion, the selected materials for the application of the underlayer is Nickel and chrome. The influence of the sublayer on the features of formation, structure, composition and properties of coatings in the application of modified nano-dispersed component of SHS-electrode materials STIM-40HAOK_n (TiC – NiAl + ZrO₂нано) and STIM-110K_n (TiB₂ – NiAl + ZrO₂нано). The application of the sublayer helped to reduce the oxidation rate of coatings by 10 times and increase the wear resistance by 4 times compared to non-hardened cast iron. The developed technology of hardening and SHS-electrode materials have been successfully tested at the enterprises of the Russian Federation.*

Keywords: electrosark alloying (EIL), self-propagating high-temperature synthesis (SHS), synthetic solid tool material (STIM), white cast iron, sublayer, nanodispersed powder, structure, roughness.

Прокатные валки являются дорогостоящим инструментом, ресурс которых во многом определяет себестоимость готовой продукции, а, следовательно, и влияет на конкурентоспособность предприятия на рынке.

Стойкость валков зависит от многих факторов – от применяемых материалов, технологии их изготовления, квалификации персонала, условий проведения термической обработки, оптимальных режимов эксплуатации, эффективности применяемых смазок и охлаждающих жидкостей, от свойств рабочей поверхности.

Одной из эффективных технологий повышения стойкости прокатных валков является технология электроискрового легирования (ЭИЛ). В качестве расходных электродных материалов для упрочнения валков применяются стандартные твердые сплавы ВК (WC-Co) и ТК (WC-TiC-Co), феррохром, высокохромистые и высокоуглеродистые (1,0-2,0 % C) стали и сплавы [1-9].

Более перспективными для упрочнения валков являются электродные материалы, изготовленные по технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), покрытия из которых, по своим эксплуатационным характеристикам (твердость, жаростойкость, износостойкость) превосходят покрытия из стандартных твердых сплавов [10-11].

Дальнейшее повышение характеристик электроискровых покрытий может быть связано с применением модифицированных нанодисперсным компонентом СВС-электродных материалов [10], а так же проведением ЭИЛ-обработки в два этапа. На

первом этапе, для снижения содержания железа в покрытии, наносят подслоя, а на втором - многофункциональное защитное покрытие.

Целью данной работы являлся выбор электродных материалов для нанесения подслоя, изучение влияния подслоя на особенности формирования, структуру, состав и свойства покрытий при применении модифицированных нанодисперсным компонентом СВС-электродов, а также апробирование разработанной технологии упрочнения в условиях промышленных предприятий.

В качестве катодов (подложек) применяли образцы из белого чугуна СПХН-60. В качестве электродных материалов для создания многофункциональных слоев применяли модифицированные нанодисперсным компонентом СВС-сплавы СТИМ-40НАОКн ($\text{TiC} - \text{NiAl} + \text{ZrO}_2^{\text{нано}}$; ТУ 1984-012-11301236-2008) и СТИМ-11ОКн ($\text{TiB}_2 - \text{NiAl} + \text{ZrO}_2^{\text{нано}}$; ТУ 1984-012-11301236-2008) (СТИМ-синтетический твердый инструментальный материал).

Электроискровые покрытия наносили на воздухе, на промышленной установке «Alier-Metal G53».

По результатам расчета критерия Палатника, для нанесения подслоя наиболее оптимальными являются электроды из хрома и никеля. Определен энергетический режим обработки металлическими электродами – 0,175 Дж. Обработку твердосплавными электродами проводили на энергетическом режиме 0,4 Дж [11].

При применении электродов из никеля и из хрома наблюдается привес массы катода за все время легирования (7 минут). При обработке сплавом СТИМ-40НАОКн образцов без подслоя и с подслоем из хрома наблюдается убыль массы катода в течение 10 минут, а при упрочнении образца с подслоем из никеля обнаружен привес катода в первые 5 минут. При использовании электрода СТИМ-11ОКн убыль массы катода наблюдается на всех образцах в течение 10 минут обработки.

Шероховатость сформированных на чугуне СПХН-60 покрытий не превышает 8,4 мкм (параметр Ra), что соответствует классу шероховатости поверхности по ISO 1302:1992 N10 (Ra = 12,5 мкм) и N9 (Ra = 6,3 мкм). Максимальная шероховатость наблюдается после первой минуты обработки.

В результате электроискровой обработки на поверхности образцов из белого чугуна формируются покрытия, характеризующиеся 100 % сплошностью, толщиной до 110 мкм и микротвердостью свыше 9,1 ГПА. Предварительное нанесение подслоя не значительно снижает твердость сформированных покрытий.

Характерная структура покрытия, полученного последовательной обработкой электродом из никеля и СВС-сплавом СТИМ-40НАОКн, а также распределение никеля в покрытии приведена на рисунке 1. Видно, что максимальное количество никеля

наблюдается между подложкой и многофункциональным покрытием из электрода марки СТИМ. Очевидно, что наличие подслоя способствует уменьшению содержания железа в твердосплавном покрытии.

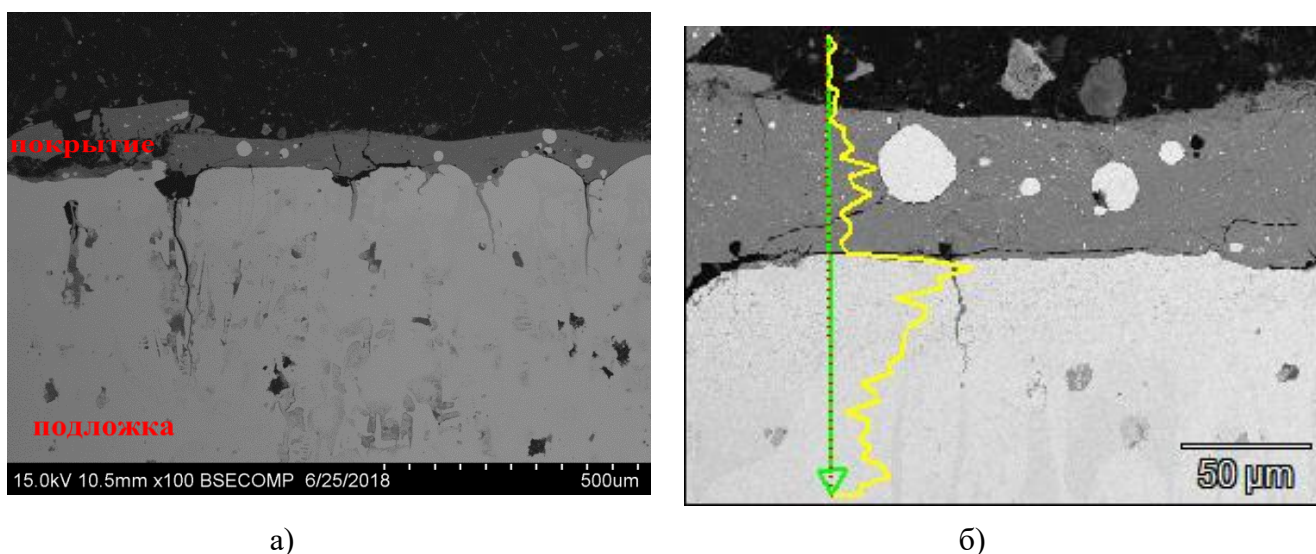


Рис. 1. Структура ЭИЛ покрытия (а) и распределение никеля по ширине шлифа (б).

Электродные материалы Никель + СТИМ-40НАОКн

Просвечивающей микроскопией установлено, что размер зерен износостойких фаз в сформированных слоях составлял 10 нм.

Выявлено, что прочность сцепления двухслойных электроискровых покрытий с подложкой из белого чугуна превышает 100 Н.

Изучен фазовый состав покрытий. Предварительное нанесение подслоя способствует повышению содержания тугоплавких фаз в сформированных покрытиях (TiC , $\text{Fe}_3(\text{B,C})$, Fe_{23}B_6 , Fe_2B , TiB_2). Наибольшее содержание тугоплавких фаз наблюдается в покрытиях с подслоем из никеля.

Исследована жаростойкость покрытий. Минимальной скоростью окисления (высокой жаростойкостью) при температуре $t = 500\text{ }^\circ\text{C}$ характеризовались покрытия, нанесенные электродами СТИМ-11ОКн ($\text{TiB}_2 - \text{NiAl} + \text{ZrO}_2^{\text{нано}}$) с подслоем из Ni ($0,000008\text{ г}/(\text{м}^2 \times \text{с})$) и из Cr ($0,000011\text{ г}/(\text{м}^2 \times \text{с})$). При применении электродного материала СТИМ-40НАОКн минимальной скоростью окисления характеризовался образец с подслоем из никеля ($0,000058\text{ г}/(\text{м}^2 \times \text{с})$). Скорость окисления образца из белого чугуна без покрытия составляла $0,000089\text{ г}/(\text{м}^2 \times \text{с})$.

Применение двухслойных покрытий способствовало снижению скорости износа в 4 раза по сравнению с неупрочненным чугуном.

На основе полученных результатов был разработан технологический процесс упрочнения прокатных валков. Процесс предусматривал обработку прокатного валка на токарном станке, технологическая оснастка с оригинальным рабочим инструментом устанавливалась на место резцедержателя [12, 13]. ЭИЛ-обработку калибров валка проводили на четырех одновременно работающих установках «Alier-Metal G53». Для предупреждения перегрева стержневых электродов и ухудшения качества формируемых покрытий, через установленное время, работающий комплект установок отключался, процесс обработки продолжался на другом комплекте оборудования.

Разработанный технологический процесс был апробирован на прокатных валках чистовой клетки № 24 (диаметр валков 376,5 мм) в условиях АО «ОЭМК». По результатам испытаний выявлено, что стойкость упрочненных калибров в 8 раз выше стойкости неупрочненных калибров.

Технология электроискрового легирования и модифицированные СВС-электродные материалы были апробированы в условиях ООО «ЭЛКАТ» (г. Москва). Для упрочнения применяли электродные материалы в виде диска (рисунок 2 а). Применение однослойных покрытий способствовало увеличению стойкости валков (рисунок 2 б) более 3-х раз (испытания были завершены досрочно из-за брака валка).



а)



б)

Рис. 2. Электроискровая обработка прокатного валка (а) и обработанный валок с ЭИЛ-покрытием (б).

В работе [14] для обработки образцов из белого чугуна применяли электродные материалы на основе диборида титана со связкой из ферросиликохрома ФХС 48. Для снижения стоимости электродных материалов, являлась бы актуальной разработка

перспективных составов электродов, содержащих в качестве связки ферросплавы АО «ОЭМК».

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (Соглашение № 15-19-00203-П).

Список литературы

1. Иванов Г.П. Технология электроискрового упрочнения инструментов и деталей машин. М.: Машгиз. 1961. – 303 с.
2. Бондарчук Н.А. Опыт наплавки прокатного инструмента и деталей оборудования на трубопрокатном заводе // Теоретические и технологические основы наплавки. Наплавка деталей оборудования металлургии и энергетики. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона АН УССР, 1980. – С. 62-67.
3. Бондарчук Н.А., Умеренков В.Н., Вольпов М.Л. Улучшение технологических характеристик прокатных валков с помощью наплавки и электроискрового легирования // Современные способы наплавки их применение. – Киев: ИЭС им. Е.О. Патона, 1982. – С. 118-120.
4. Рудюк А.С., Бардусов В.Н., Фока Н.М., Пирч А.П., Дука И.А. Увеличение эксплуатационной стойкости прокатных валков стана 650 // Сталь. – 1990. – № 7. – С. 71-72.
5. Рудюк А.С., Коробейник В.Ф., Абрамов Г.С., Ганжала А.Г. Электроискровое упрочнение валков станов горячей прокатки // Электронная обработка материалов. – 1990. – №4. – С. 64-68.
6. Зудов Е.Г., Петренко Ю.П., Астафьев Г.И., Мардышкин Р.Е., Аввакумов С.Б. Улучшение качества железнодорожных колес // Сталь. – № 1. – 1995. – С. 59.
7. Файншмидт Е.М., Астафьев Г.И., Поломошнов П.Ю. Энергосберегающий процесс поверхностного упрочнения крупногабаритного инструмента колесопрокатного стана // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2011. – № 12. – С. 26-29.
8. Gao Y.X., Zhao C., Fang Z.G., Yi J. Microstructures and Wear Properties of Micro-Nanostructure Coating on Cast Iron Rolls by Electro-Spark Deposition. Advanced Materials Research, Vols. 160-162, 2011, pp. 176-181.
9. Wang J., Meng H., Yu H., Fan Z., Sun D. Characterization and wear behavior of WC-0.8Co coating on cast steel rolls by electro-spark deposition. International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials, Volume 16, Number 6, 2009, p. 707-713.

10. Левашов Е.А., Рогачев А.С., Курбаткина В.В., Максимов Ю.М., Юхвид В.И. Перспективные материалы и технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. – М.: Изд. дом МИСиС, 2011. – 377 с.
11. Кудряшов А.Е., Доронин О.Н., Замулаева Е.И., Левашов Е.А., Швындина Н.В. // Черные металлы. – № 10. – 2013. – С. 61-68.
12. Патент РФ 2545983. Многоэлектродная оснастка с независимой подвеской электродов и инерционным вибровозбудителем.
13. Доронин О.Н., Смирнов В.П., Боев А.И., Петруша А.А. Технологическая оснастка для электроискровой обработки поверхности калибров прокатных валков // Инженерия поверхности и реновация изделий: Материалы 12-ой Международной научно-технической конференции, 04-08 июня 2012 г., г. Ялта. – Киев: АТМ Украины, 2012. - С.92-94.
14. Кудряшов А.Е., Погожев Ю.С., Замулаева Е.И., Левашов Е.А. Применение СВС-материалов и технологии электроискрового легирования на предприятиях машиностроения и металлургии // Тезисы докладов III Международной конференции «Неизотермические явления и процессы: от теории теплового взрыва к структурной макрокинетике». К 85-летию со дня рождения А.Г. Мержанова, 28–30 ноября 2016 года, г. Черноголовка. – С.136-137.

СПОСОБ И КОНСТРУКЦИЯ СЧАЛКИ НЕСУЩЕ-ТЯГОВОГО КАНАТА

Марченко Э.В.

Донской государственный технический университет

Аннотация. В статье представлен новый способ счаливания несущего-тягового каната пассажирской подвесной канатной дороги. Основной идеей предложенного способа, заключается в избегание человеческого фактора, приводящего к преждевременному износу каната.

Ключевые слова: несущий-тяговый канат; способ счалки; конструкция счалки каната.

METHOD AND DESIGN TO COUPLE THE PUSHER CARRIER-TRACTION ROPE

Marchenko E.V.

Don State Technical University

Annotation. The article presents a new way of piercing the bearing-traction rope of a passenger overhead cable car. The main idea of the proposed method is to avoid the human factor leading to premature rope wear.

Key words: load-carrying rope; way of snapping; the construction of the rope snap.

Для ППКД одним из важнейших элементов служит несущий-тяговый канат. Надежность и безопасность работы канатной дороги во многом зависит от качества монтажных мероприятий, проводимых при навешивании каната на ППКД. На сегодняшний день способом получения замкнутого несущего-тягового каната служит счалка, заключающаяся в сплетении двух его концов посредством вплетения одной из внешних прядей, обмотанной корсажной лентой, в сердечник несущего-тягового каната, с предварительным удалением имеющегося органического сердечника на длину достаточную для образования узла счалки.

При счаливании каната актуальной проблемой остается наличие образования дефекта «волнистости», вызванного неравномерностью нагружения прядей и проволок в результате смещения равнодействующей нагрузки в поперечном сечении счалки каната, что значительно снижает уровень безопасности ППКД и приводит к значительным материальным затратам.

Способ и конструкция счалки замкнутого несущего-тягового каната, предназначенного для перемещения подвижного состава кольцевой пассажирской подвесной канатной дороги, заключается в том, что обжатие концов вплетаемых прядей осуществляют термоусадочной трубкой, внутри которой размещают смазочный

порошковый материал с последующей температурной обработкой, а вплетение концов прядей в середину каната производят с выемкой сердцевины, выполненной из полимерного материала, которая в поперечном сечении имеет форму цилиндра, внутренний диаметр которого равен диаметру сердечника, а наружная часть в поперечном сечении имеет форму звезды с числом лучей равным числу наружных прядей, а по длине лучи имеют винтовую форму с шагом свивки прядей в канат, при этом радиус сегмента между лучами равен диаметру наружных прядей, а во внутреннюю часть цилиндра сердцевины вставлен полимерный стержень с возможностью относительного перемещения с диаметром равным наружной пряди в термоусадочной трубке.

Задачей данного способа и конструкции счалки несущего-тягового каната, является обеспечение равномерности нагружения всех прядей в узле счалки, с возможностью подвижности вплетаемой пряди посредством обжатия термоусадочной трубкой с порошковым смазочным материалом на основе дисульфида молибдена.

Процесс счалки несущего-тягового каната, представляет собой вплетение одной из внешних прядей, конец которой обжат термоусадочной трубкой, заполненной смазочным материалом на основе дисульфида молибдена, в органический сердечник несущего-тягового каната. Предварительно из органического сердечника удаляется сердцевина по диаметру равному диаметру пряди в термоусадочной трубке, на длину достаточную для образования узла счалки. Концы канатов вплетаются так, чтобы 6 прядей с одной стороны 1, 2, 3, 4, 5, 6 чередовались через одну с 6-ю прядями с другой стороны А, Б, В, Г, Д, Е. Прядь (1) выплетается и на ее место вплетается прядь (А) каната и осаживается на место медным молотком. Аналогичную операцию проводят для следующей пары, счаливаемых концов каната, в ту же сторону вплетается и выплетается другая пара прядей (2-Б), а затем третья (3-В). Замена прядей производится на различную длину с расчетом расположения стыков прядей (рис. 1, 2).

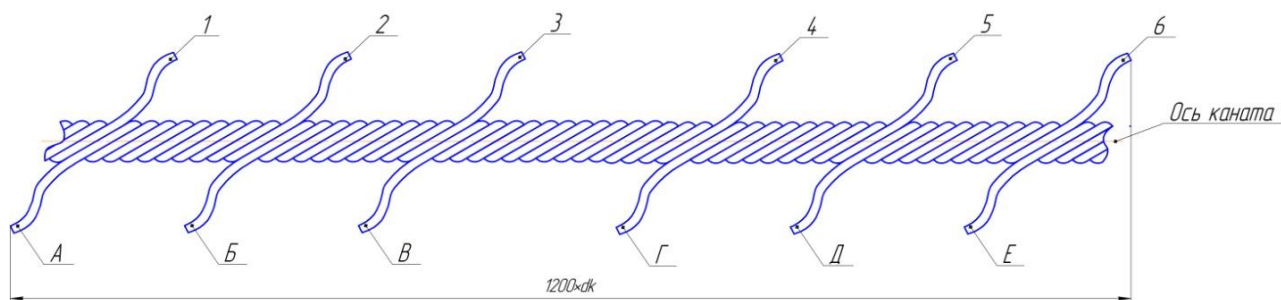


Рис. 1. Участок соединения прядей при счалке каната



Рис. 2. Место стыковки прядей при счаливании несуще-тягового каната

При вплетении пары прядей необходимо удалить органический сердечник. Концы прядей плотно обжимаются термоусадочной трубкой с заполнением смазочного материала и подвергаются термической обработке для осаживания трубки. Необходимо полностью заполнить прядью всю длину на место вплетаемого сердечника, во избежание образования участков пустот, что в процессе эксплуатации может привести к сдавливанию и утонению каната (рис 3). Во внутреннюю часть цилиндра сердцевины вставляется полимерный стержень с возможностью относительного перемещения с диаметром равным наружной пряди в термоусадочной трубке. Вплетение прядей происходит поочередно с каждой из сторон счалки по три пары, перед этим они хорошо обрабатываются смазкой. Для заправки прядей необходимо снять внутреннее напряжение в прядях каната, раскрутив его против свивки воротками с двух сторон на участке счалки.

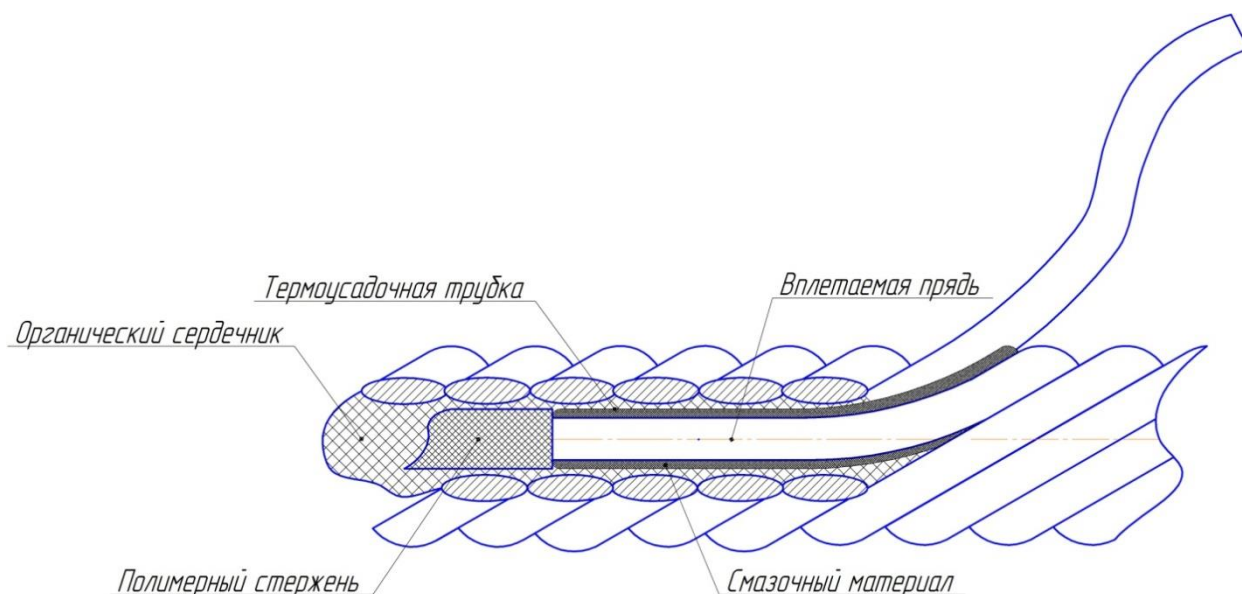


Рис. 3. Вплетение одной из пряди каната

Список литературы

1. Короткий А.А., Марченко Э.В., Панфилов А.В. Технические причины обрывов проволок несуще-тягового каната на пассажирской подвесной канатной дороге // Безопасность техногенных и природных систем. – 2017. - №1. – С. 21-24.
2. Короткий А.А., Марченко Э.В., Панфилов А.В. Стойкость несуще-тягового каната пассажирской подвесной канатной дороги // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2018. - №2. – С. 66-70.
3. Моделирование динамики пассажирской кабины транспортной системы «Канатное метро». Лагерев И.А., Лагерев А.В., Панфилов А.В., Марченко Э.В. // Вестник Донского государственного технического университета. – 2018. – Т. 18. – № 1. – С. 16–21.

ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК

Сергиев А.П., Белов Н.В., Макаров А.В., Владимиров А.А.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО

«Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42,

tomm_sti_misis@mail.ru, +7 (4725) 45-12-00 доб. 240

Аннотация. Проанализированы различные кинематические схемы конусных дробилок, влияние вынужденных колебаний и центробежных сил на процесс дробления. Сформулированы перспективные направления исследований.

Ключевые слова: колебания наружной чаши; внутренний конус; прецессия; частота качаний; эксцентриситет; центробежные силы.

TENDENCIES OF PERFECTION OF CONE CRUSHERS

Sergieiev A.P., Belov N.V., Makarov A.V., Vladimirov A.A.

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, Stary Oskol

Annotation. Various kinematic schemes of cone crushers, the effect of forced vibrations and centrifugal forces on the crushing process are analyzed. Formulated promising areas of research.

Keywords: vibrations of the outer bowl; inner cone; precession; swing frequency; eccentricity; centrifugal force.

Конусные дробилки получили широкое распространение благодаря целому ряду преимуществ по сравнению с другими типами дробилок:

- дробления горных пород средней и большой твердости;
- непрерывного рабочего процесса;
- имеют высокую уравновешенность подвижных частей;
- возможность запуска под завалом;
- высокую степень дробления материала;
- надежность в работе;
- однородность дробленного продукта и возможность в широких пределах регулировать размеры продуктов размола;
- удобство обслуживания, возможность регулирования размера разгрузочной щели, наличие автоматической системы смазки, защиты от перегрузки и перегрева [1].

В конусных дробилках процесс дробления происходит в рабочем пространстве, образованном поверхностями наружного неподвижного и внутреннего подвижного усеченных конусов.

В рассматриваемых дробилках материал разрушается в камере дробления, образованной бронями дробящего конуса и неподвижной чаши. Материал дробится в результате действия сжимающих, истирающих и изгибающих нагрузок, причем последние достигают значительной величины благодаря круговой поверхности камеры дробления.

Для интенсификации процесса дробления были сделаны попытки вращающемуся конусу сообщить дополнительные качающие движения.

На скорость перемещения материала по качающейся поверхности дробящего конуса влияет частота вращения конуса, амплитуда качаний конуса, коэффициент трения материала о поверхность дробящего конуса и неподвижной чаши, конфигурация параллельной зоны, угол отклонения оси конуса от оси дробилки (угол прецессии) и др. [2].

При дроблении конусными эксцентриковыми дробилками использовался в качестве приводного элемента подвижный конус и эксцентрик. В свою очередь эксцентрик ограничивал амплитуду конуса конструктивно заданным смещением своей оси относительно оси вращения, поэтому слой материала даже низкой крепости не может быть деформирован на величину, большую величины установленного зазора между конусами, что заранее предопределяет низкую степень дробления. В дробилках с диаметром подвижного конуса 2200 мм толщина слоя материала в разгрузочной зоне не может быть менее 10 мм.

Рабочий зазор измеряют и регулируют на холостом ходу дробилки, когда подвижный конус под действием своей центробежной силы смещается к неподвижному конусу. Однако при работе дробилки под нагрузкой хвостовик вала под действием сопротивления слоя дробимого материала прижимается к толстой стороне эксцентрика.

С увеличением износа вала и эксцентрика толщина слоя возрастает, что приводит к неизбежному закруплению дробленого продукта.

Другая существенная причина низкой степени дробления эксцентриковых дробилок – ограниченная частота качаний подвижного конуса. С увеличением частоты воздействия конуса на дробимый материал снижаются крупность продукта и коэффициент закрупления, однако при этом пропорционально квадрату частоты качаний возрастает центробежная сила подвижного конуса и степень неуравновешенности дробилки. При этом на холостом ходу эксцентрик и подвижный конус на своем подпятнике работают крайне ненадежно. Если применяемые в настоящее время упругие амортизаторы

защищают фундамент дробилки от разрушения, то опасность заклинки вала подвижного конуса в эксцентрикe на холостом ходу на повышенной частоте качаний сохраняется [3].

Не менее важной причиной ограничения технологических параметров эксцентриковых дробилок является их высокая чувствительность к неравномерности загрузки исходным материалом, как по массе, так и по гранулометрическому составу.

В таких условиях дробилка работает неравномерно с пиковыми напряжениями в деталях и узлах привода, а износ броней носит волнообразный характер, в местные выработки которых проваливаются крупные куски руды. Во избежание этого на ряде фабрик осуществляют механическую обработку броней (один-два раза за срок их службы), удорожающую эксплуатацию дробилок, но обеспечивающую рентабельность благодаря повышению производительности мельниц [4].

Следующим ограничительным фактором интенсификации работы эксцентриковых дробилок является опасность повреждения их механизма в связи с переполнением дробящей полости перерабатываемой рудой высокой крепости или трудно-дробимого продукта.

Эксцентриковые дробилки весьма чувствительны к равномерности загрузки дробилок.

При существующей частоте качаний подвижного конуса (242 мин⁻¹) кусок руды зажимается в дробящей полости при условии предельного ее заполнения около 7 раз. Однако, чем меньше загрузка, тем с большей скоростью кусок проходит дробящую полость, подвергаясь в ней иногда двум-трем обжатию. Такой режим приводит не только к уменьшению степени дробления, но и к резкому снижению ресурса дробилки из-за вибраций вала конуса в эксцентрикe при одновременном пробое слоя масла на поверхности трения и выходе на полусухое трение.

Таким образом, к основным факторам, ограничивающим технологические параметры конусных эксцентриковых дробилок, следует отнести [5]:

- эллиптичность и неконцентричность броней конусов;
- повышенные радиальные зазоры в приводном эксцентриковом механизме;
- чувствительность к неравномерности загрузки исходным материалом;
- ограниченную частоту качаний подвижного конуса;
- отсутствие отработанных способов и средств количественной оптимизации питания.

Существенным при оценке конструктивных особенностей дробилки оказывается решение подвижного конуса. Наиболее распространенные современные дробилки по конструкции подвижного конуса могут быть объединены в следующие группы:

- 1) с консольным валом подвижного конуса;

- 2) с верхней опорой подвижного конуса;
- 3) с консольной осью подвижного конуса;
- 4) с вращающимся валом.

В последние годы получили распространение дробилки с гидравлическим регулированием разгрузочной щели, что позволяет упростить настройку размера продукта на выходе (фракции), а также использовать гидравлику в качестве предохранителя (компенсатора) перегрузок, возникающих при попадании в рабочую полость труднодробимого продукта [6].

Другим направлением развития конусных дробилок стало применение вибраторов дебалансного типа или дебалансиров. Дело в том, что при низкой частоте колебания подвижного конуса дробление затруднено, производительность дробилки низкая. Простое увеличение частоты качания конуса приводит к росту динамических колебаний, что влечет за собой разрушение фундамента дробилки.

Дебалансиры обеспечивают подвижному конусу дополнительную вибрацию, которая повышает качество дробления. Несмотря на то, что конструкция конусной дробилки дебалансирного типа стала несколько сложнее, конструкторам удалось снизить общую вибрацию во время работы и снизить требования к устройству фундамента. При увеличении энергопотребления в целом, удельный расход снижается.

Конусные дробилки дебалансирного типа, называемые инерционными, отличаются и возможностью регулировки интенсивности дробления, тем самым, они могут настраиваться на получение конечного продукта различного гранулометрического состава. Это важно на любых этапах дробления и в большинстве технологических процессов [6].

Самостоятельный интерес представляют работы по повышению частоты контактов дробящих конусов с разрушаемым материалом [7, 8].

Колебания от синхронно-работающих вибраторов передаются на корпус наружного конуса дробилки при сохранении возможности вращения внутреннего конуса.

Наложение регулируемых высокочастотных колебаний на наружный конус обеспечивает повышение частоты контактов дробящих конусов с разрушаемым материалом, повышает степень дробления продукта и интенсивность процесса.

Техническое осуществление предлагаемой технологии дробления связано с целым рядом технических трудностей и поиском рациональных конструктивных решений.

Самостоятельный интерес представляют центробежные дробилки. Измельчаемый материал подается сверху в центральное входное отверстие ускорителя, который представляет собой цилиндрическую полую конструкцию с радиальными перегородками,

вращающуюся вокруг вертикальной оси. Центробежная сила двигает материал с ускорением вдоль перегородок, пока он не вылетает в камеру измельчения. Чем выше частота вращения и чем больше диаметр ускорителя, тем выше скорость материала в камере измельчения. Камни бьются о стенку отбойного элемента, отскакивают и сталкиваются с другими камнями, вылетающими из ускорителя. При этом они многократно раскалываются. Центробежная дробилка предназначена для дробления любого вида пород: изверженных, осадочных и метаморфических, любой крепости и прочности.

Анализ результатов выполненных работ позволяет сформулировать основные тенденции совершенствования конструктивных и технологических направлений дальнейших исследований, направленных на поиск новых кинематических и динамических механизмов интенсификации процесса дробления и изучения физических основ механизма разрушения минералогических материалов.

Использование возможности наложения регулируемых колебаний на процесс разрушения материалов при дроблении является весьма перспективным и проведение исследований по оптимизации технологических параметров процесса и особенно поиска эффективных конструктивных решений их реализации является весьма актуальным.

Список литературы

1. Андреев С.Е., Зверевич В.В., Перов В.А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. Изд. 2-е. М.: Недра, 1966. – 395 с.
2. Горное оборудование Уралмашзавода / Коллектив авторов. Ответственный редактор-составитель Г. Х. Бойко. Екатеринбург «Уральский рабочий», 2003. – 240 с.
3. Вайсберг Л.А., Зарогатский Л.П. Новое оборудование для дробления и измельчения материалов // Горный журнал, 2000. № 3. С. 49 – 50.
4. Клушанцев Б.В. Состояние и перспективы развития отечественного и зарубежного дробильно-сортировочного оборудования. М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1979. – 58 с.
5. Бабенков И.С., Рыжиков Р.К. Некоторые вопросы теории дробления и разрушения горных пород. // Тр. Университета дружбы народов им. П. Лумумбы. Строительные и горные машины. Машиностроение, 1976. – С. 128 – 132.
6. Калянов А.Е., Лагунова Ю.А., Математическое моделирование динамической системы разгрузочной щели конусной дробилки // Сб. докладов V международного научного симпозиума «Ударно-вибрационные системы, машины и технологии». Орел, 2013. – С. 97 – 100.

7. Вайсберг Л.А., Зарогатский Л.П., Туркин В.Я. Вибрационные дробилки. Основы расчета, проектирования и технологического применения. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2004. – 306 с.
8. Габов В.В., Голованов А.В., Сапожников А.И., Червяков С.А. Обоснование энергосберегающих технологий дезинтеграции горных пород // Горный журнал. – 2012. – №11. – С. 11 – 14.

ЗАЩИТА ПРИВОДА КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРНЫХ НАГРУЗОК

Смирнова О.А., Бородина М.Б.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)

Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Россия, Старый Оскол

309516, Белгородская обл., г. Старый Оскол, м-н Макаренко, 42

+7 (952) 438-71-55, +7 (910) 369-71-21 oksanchik200482@mail.ru, borodina_marina@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы защиты привода конусных дробилок от ударных нагрузок. Для снижения воздействия нагрузок ударного характера на элементы привода предложена установка новой конструкции гидромеханической муфты с дифференциальным передаточным механизмом в привод конусной дробилки. Разработанная конструкция имеет высокую податливость, что даёт возможность значительно снизить влияние кратковременных нагрузок величиной, значительно превышающих номинальные значения, не прерывая при этом процесса дробления. Кроме того, в этой конструкции предусмотрено управление жёсткостью муфты путем изменения параметров её гидросистемы в процессе работы технологической машины, что повышает эффективность защиты приводов.

Ключевые слова: конусная дробилка; защита привода; гидромеханическая муфта; дифференциальный передаточный механизм; коэффициент жёсткости.

PROTECTION OF THE DRIVE CONE CRUSHER FROM IMPACT LOADS

Smirnova O.A., Borodina M.B.

Starooskolsky Institute of Technology named after A.A. Ugarova (branch)

National Research Technological University "MISiS", Russia, Stary Oskol

Annotation. The article discusses the problem of protecting the drive cone crushers from shock loads. To reduce the impact of impact loads on the drive elements the installation of a new design of a hydromechanical clutch with a differential transmission mechanism in a cone crusher drive has been proposed. The developed design has a high compliance, which makes it possible to significantly reduce the effect of short-term loads of magnitude significantly higher than the nominal values without interrupting the crushing process. In addition, this design provides for controlling the stiffness of the coupling by changing the parameters of its hydraulic system during the operation of the technological machine, which increases the efficiency of drive protection.

Keywords: cone crusher; drive protection; hydromechanical coupling; differential gear; stiffness coefficient.

В процессе переработки рудных и нерудных ископаемых скальная горная порода проходит несколько этапов дробления: взрывное – на карьере, крупное и среднее – на щековых и конусных дробилках и тонкое – на мельницах. [1].

В конусных дробилках (рис. 1) процесс дробления представляет собой истирание и раскалывание породы между неподвижной броней и броней дробящего конуса, обеспечиваемое круговым качанием дробящего конуса (гирационное движение) [2]. Дробленый материал свободно проваливается под дробилку и удаляется конвейером. Загрузка, дробление и разгрузка проводятся непрерывно.

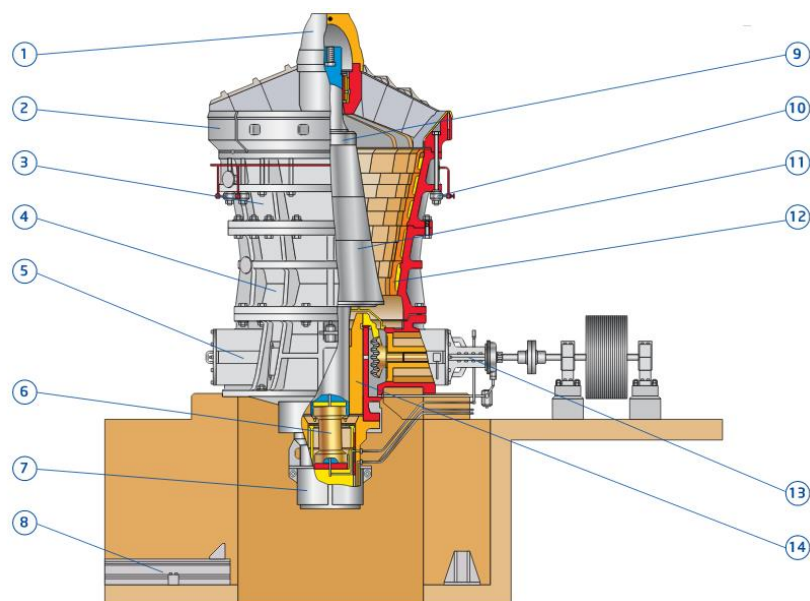


Рис.1. Конусная дробилка

1 – колпак; 2 – траверза; 3 – верхнее кольцо; 4 – нижнее кольцо; 5 – станина; 6 – опорный вал; 7 – гидравлический цилиндр; 8 – рельсовый путь; 9 – дробящий конус; 10 – вытяжной домкрат; 11 – брони конуса; 12 – брони чаши; 13 – приводной вал; эксцентрик.

На всех видах и типах дробильных установок предусматриваются различные защитные устройства. Например, корпуса дробилок соединяются с рамой мощными пружинами, которые при попадании в рабочую камеру не дробимого тела растягиваются, увеличивая, таким образом, размер выпускной щели. Система гидравлического регулирования разгрузочной щели позволяет постоянно поддерживать необходимую величину разгрузочной щели, а также легко запускать остановленную под завалом дробилку. Кроме того, управление электроприводами дробилок – дистанционное с

автоматической системой защитных блокировок, предотвращает аварийные ситуации в случае нештатных отклонений.

Но при этом от воздействия ударных нагрузок, возникающих при попадании недробимого материала в рабочую камеру, практически не защищены элементы привода дробилки. Установка упругой муфты не даёт достаточного снижения ударной нагрузки, так как её податливость невелика. Кроме того, муфта может сама оказаться источником динамических нагрузок, особенно при работе в резонансных зонах, т.е. когда её собственная частота угловых колебаний оказывается вблизи рабочих частот вращения трансмиссии [3]. Поэтому, для эффективной защиты привода дробилки от динамических воздействий высокой интенсивности, вплоть до ударных, необходимо установить в привод муфту высокой податливости и адаптировать жёсткость муфты в процессе работы таким образом, чтобы избежать резонансных зон и, по возможности, минимизировать амплитуду динамических нагрузок, поглощая вибрации и ударные нагрузки.

Все эти функции при работе может выполнять гидромеханическая муфта с дифференциальным зубчатым передаточным механизмом (рис. 2) и может работать как пускозащитная, предохранительная и упругодемпфирующая, снижая воздействие динамических нагрузок на привод и защищая его от перегрузок [5].

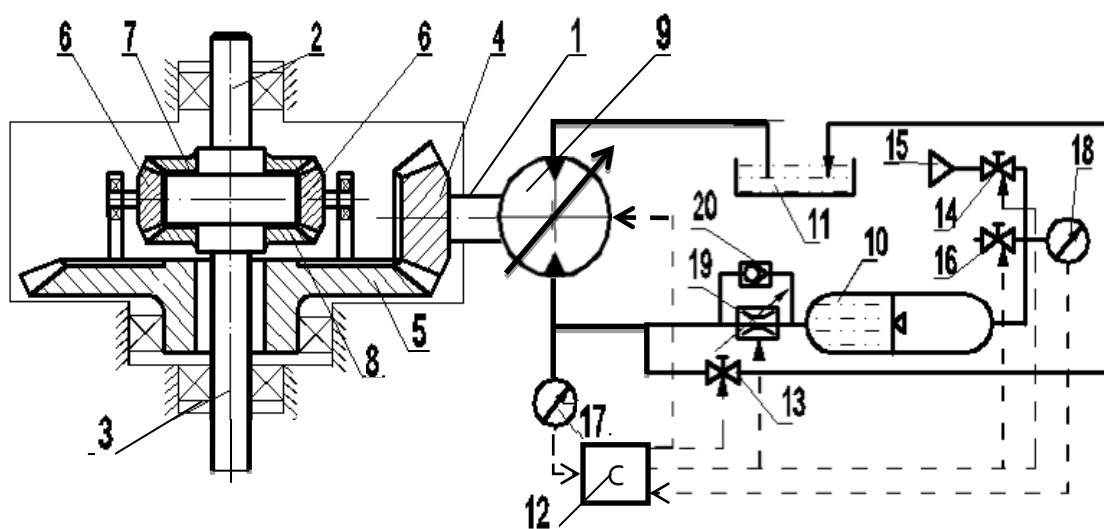


Рис. 2. Схема гидромеханической муфты

1 – регулирующий вал гидросистемы; 2, 3 – ведущий и ведомый валы; 4 – коническая шестерня; 5 – коническое колесо с водилом; 6 – сателлиты; 7, 8 – конические колёса;

9 – обращаемая гидромашина; 10 – гидроаккумулятор; 11 – сливная ёмкость; 12 – система управления; 13 – управляемый кран; 14, 16 – вентили регулировки давления; 15 – источник высокого давления газа; 17, 18 – манометры (датчики давления)

При включении двигателя кран 13 может быть открыт. При этом вращение вала двигателя 2, полностью передаётся на вал 1, так как на валу 3 момент сопротивления при пуске значительно выше. Вал 1 вращается и гидромашина 9 работает как гидронасос, перемещая жидкость по трубопроводу холостого контура до тех пор, пока происходит разогрев двигателя. После чего закрывается кран 13, и гидромашина 9 накачивает жидкость в гидроаккумулятор 10, давление в гидроаккумуляторе возрастает, и пропорционально давлению плавно увеличивается момент сопротивления на валу 1 до тех пор, пока не станет равным моменту сопротивления на валу 3. При этом скорость вращения вала 1 снижается, а вала 3 – увеличивается. При достижении установившегося движения вал 1 останавливается (удерживаемый от поворота гидромашинной 9, которая, на данном этапе, работает как тормоз за счёт высокого давления в гидроаккумуляторе), а вращение от ведущего вала 2 полностью передаётся на ведомый вал 3.

При возрастании момента на исполнительном валу 3, гидромашина работает в режиме насоса, закачивая жидкость в гидроаккумулятор 10, а при снижении момента на исполнительном валу 3, гидромашина 9 работает в режиме мотора, проворачивая колесо 8 в обратную сторону под действием избыточного давления в гидроаккумуляторе и возвращая энергию, накопленную в гидроаккумуляторе 10 в систему. При этом относительный поворот полумуфта может достигать нескольких оборотов, что обеспечивает высокую податливость муфты, а, следовательно, защиту от кратковременной перегрузки привода без срабатывания.

Если момент на валу 3 превышает предельно допустимый момент продолжительное время, давление в гидроаккумуляторе достигает критического значения, система управления 12 открывает управляемый клапан 13, рабочая жидкость из гидромашинной 9 и гидроаккумулятора 10 поступает на слив 11, падает давление в гидросистеме, вал 1 начинает вращаться, перемещая жидкость по холостому контуру, и вал 3 останавливается. Это практически означает размыкание (срабатывание) предохранительной муфты.

Теоретические и экспериментальные исследования динамики работы представленной муфты показали высокую эффективность защиты привода от кратковременных и аварийных перегрузок [6]. Кроме того, возможность изменять параметры гидросистемы в процессе работы механизма позволяет адаптировать муфту к изменяющемуся режиму работы механизма таким образом, чтобы амплитуда динамических нагрузок на любом этапе работы была минимальна.

Для иллюстрации эффективности работы гидромеханической муфты на рис. 3 представлены графики момента на валу электродвигателя с гидромеханической муфтой и жёсткой муфтой при воздействии серии импульсных нагрузок.

Результаты сравнения показали, что муфта способна снижать амплитуду воздействующих со стороны технологической машины динамических нагрузок до трёх раз [6].

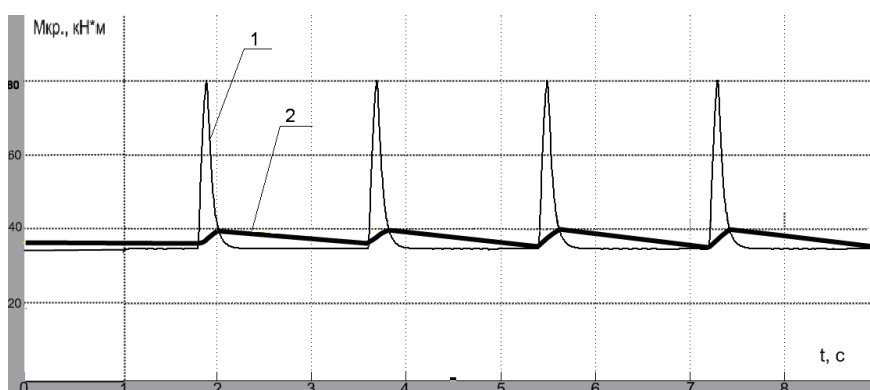


Рис. 3. Зависимости момента на валу электродвигателя при импульсной нагрузке 1 – с жёсткой муфтой; 2 – с гидромеханической муфтой

Для проверки функциональной работоспособности муфты и адекватности разработанной математической модели в Старооскольском технологическом институте им. А.А. Угарова был спроектирован и изготовлен экспериментальный стенд с передаточным механизмом, выполненным на базе автомобильного зубчатого дифференциала (рис. 4) [7].

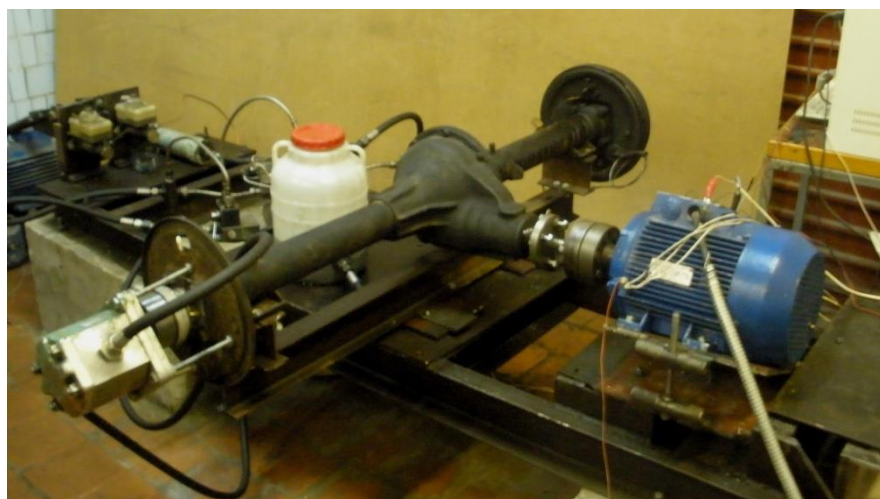


Рис. 4. Стенд для испытаний макета муфты

При проведении экспериментов измерялись показания давления в гидросистеме и в тормозной колодке, которые через аналогово-цифровую плату L-154 записывались в компьютер. Результаты измерения давления в гидросистеме при воздействии импульсной

нагрузки сравнивались с результатами численных расчётов муфты при учёте параметров экспериментального стенда: соответствующее расхождение не превышает 8 %, что подтверждает адекватность математической модели и, как следствие, полученных теоретических результатов.

Теоретические и экспериментальные исследования подтверждают эффективность защиты привода дробилки от ударных нагрузок гидромеханической муфтой с дифференциальным передаточным механизмом.

Список литературы

1. Абрамов А.А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых. – Изд. МГГУ, 2001, Т. 1. – 472 с.
2. Конусные дробилки крупного и редуционного дробления [Электронный ресурс]// Официальный сайт ПАО «Уралмашзавод» <https://www.uralmash.ru/> URL: https://www.uralmash.ru/production/konusnye_drobniki_krupnogo_i_reduksionnogo_drobneniya/ (дата обращения: 26.11.2018)
3. Асташев В.К., Бабицкий В.И., Быховский И.И. и др. Вибрации в технике: Справочник. В 6-и т. – Т.6. Защита от вибрации и ударов / Под.ред. Фролова К.В. – М.: Машиностроение, 1981 – 456 с.
4. Поляков В.С., Барбаш И.Д., Ряховский О.А. Справочник по муфтам. 2-е изд., испр. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1979 – 344 с., ил.
5. Бородина М.Б., Мироненко С.В., Савин Л.А., Шевченко Б.А. Гидромеханическая муфта. Патент РФ № 2536035 на изобретение. МПК F16D 25/06, F16D 3/34, F16D 31/00. Бюл. № 1. Оpubл. 10.01.2017.
6. Мироненко С.В., Бородина М.Б., Савин Л.А. Демпфирование импульсных нагрузок гидромеханической муфтой с зубчатым дифференциальным исполнительным механизмом. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2015. № 3 (311). – С. 53 - 58.
7. Мироненко С.В., Бородина М.Б. Экспериментальные исследования гидромеханической муфты с дифференциальным планетарным передаточным механизмом // Сборник статей регионального молодёжного научного семинара «Горизонты науки – 2015». г. Орёл: 2015 г. – С. 400 - 405.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОВКИ КРУГЛЫХ ШТАНГ ИЗ
ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ УСЛОВИЯХ АО «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД
«ЭЛЕКТРОСТАЛЬ»**

Таупек И.М.¹, к.т.н. wert8608@mail.ru, Жавыркина В.А.¹, студент
vzhavyrkina@yandex.ru,

Положенцев К.А.^{2,3}, магистрант paulozentsev@mail.ru,

¹Электростальский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет», Россия, г. Электросталь, ²АО «Металлургический завод «Электросталь», Россия, г. Электросталь, ³ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», г. Москва

Аннотация. Приведён анализ результатов моделирования процесса ковки круглых штанг на гидравлическом прессе силой 16 МН.

Ключевые слова: ковка, САПР; моделирование; метод конечных элементов; МКЭ.

**SIMULATION OF THE PROCESS OF FORGING ROUND RODS OF HEAT
RESISTANT ALLOYS IN THE CONDITIONS OF «METALLURGICAL PLANT
«ELECTROSTAL»**

Taupek I.M.¹, Zhavyrkina V.A.¹, Polozhentsev K.A.^{2,3}

¹Elektrostal Institute, Russia, Elektrostal, ²"Metallurgical Plant "Electrostal" JSC, Elektrostal
³MAI, Russia, Moscow

Annotation. The analysis of the results of the simulation forging round rods on a hydraulic press 16 MN.

Key words: forging; CAD; CAM; simulation; finite element method; FEM.

Изделия из жаропрочных сплавов на основе никеля находят широкое применение при изготовлении различных деталей ответственного назначения энергомашиностроения, двигателестроения, турбиностроения; лопаток турбин; деталей специальной техники. В частности из них изготавливаются валы турбин турбореактивных двигателей. Для достижения заданных механических свойств, необходимых для долговременной и безаварийной работы, при обработке данных сплавов широко применяется ковка на гидравлических прессах [1].

В условиях АО «Металлургический завод «Электросталь» заготовки для изделий из жаропрочных сплавов производятся на быстроходном прессе усилием 16 МН, установленном в кузнечно-прессовом цехе №2. Пресс представляет собой автоматизированный комплекс, включающий также два дистанционно управляемых манипулятора. Внешний вид комплекса показан на рисунке 1.



Рис. 1. Пресс усилием 16 МН

Для полноценной оценки напряженно–деформационного состояния получаемых поковок штанг из жаропрочного сплава ЭП708 (ХН62ВМЮТ) было произведено моделирование процессаковки с использованием метода конечных элементов в инженерном программном комплексе DEFORM [2].

Режимы деформации заготовки были взяты из заводской технологической карты и включали десять проходов. Согласно рассматриваемому технологическому процессу заготовкой служит подготовленный (механически обработанный) слиток вакуумно-дугового переплава $\varnothing 320$ мм. Ковка производится без дополнительного подогрева заготовки. Первоначально слиток протягивается в плоских бойках до получения квадратного поперечного сечения, затем происходит сбивка углов для получения восьмигранного профиля. Далее производится замена рабочего инструмента на вырезные радиусные бойки, для получения готового круглого профиля. Основные технологические переходы показаны на рисунке 2.

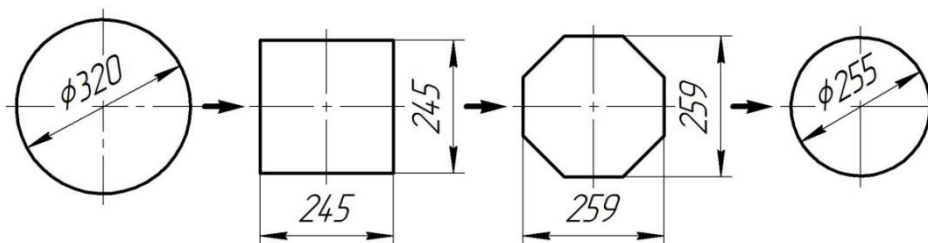


Рис. 2. Технологические переходыковки

Исходная база материалов не содержит отечественных марок сталей и сплавов, поэтому было произведено задание реологических свойств жаропрочного сплава ЭП708 [3]. После окончания моделирования производился сбор полученных данных и их анализ.

Были рассмотрены напряжённо–деформационное состояние и тепловое поле поковки. Для более полной оценки на поковку наносились сечения: продольное и поперечное, это позволило детально оценить НДС в очаге деформации.

Внешний вид поковки после основных технологических переходов показан на рисунке 3.

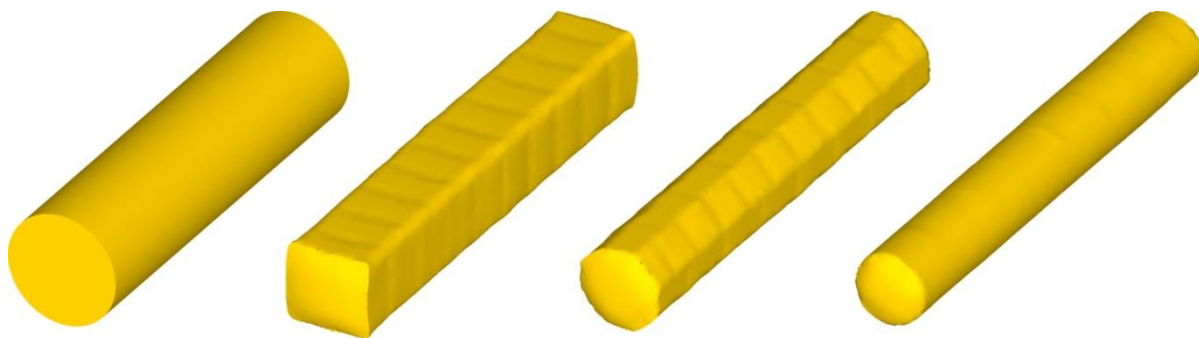


Рис. 3. Внешний вид поковки после основных технологических переходов

Внешний вид и геометрические размеры поковок, полученных при моделировании совпадает с результатами реально ковки, показанными на рисунке 4.



Рис. 4. Внешний вид откованных штанг

Распределение накопленных деформаций после использования плоских и вырезных бойков в продольном сечении показано на рисунке 5.

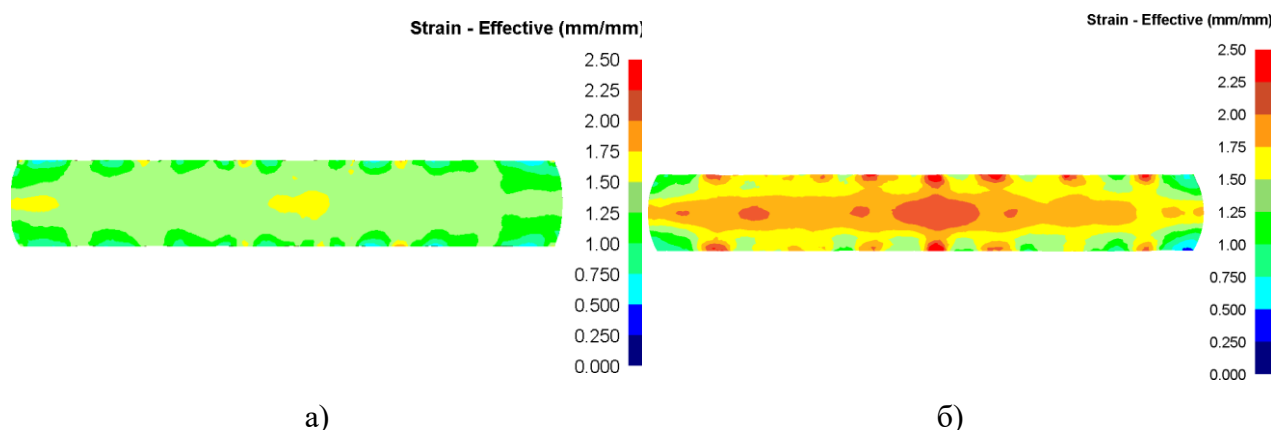


Рис. 5. Распределение накопленных деформаций в продольном сечении заготовки:
а – плоские бойки; б – вырезные бойки

Применение вырезных бойков в финальных проходах приводит к повышению значений распределения накопленных деформаций, что положительно сказывается на проработке литой структуры металла. Это связано с более полным охватом заготовки в вырезных радиусных бойках, и как следствие, изменение в течение металла: увеличение доли радиальной составляющей, направленной к центральной области заготовки.

Тепловое поле поковки в конце процесса ковки показано на рисунке 6. Температура поверхности опустилась до 950 °С, а осевой зоны – до 1170 °С. Области с пониженным значением температуры (ниже 1000 °С) всё так же начинается на расстоянии порядка 50 мм от поверхности заготовки.

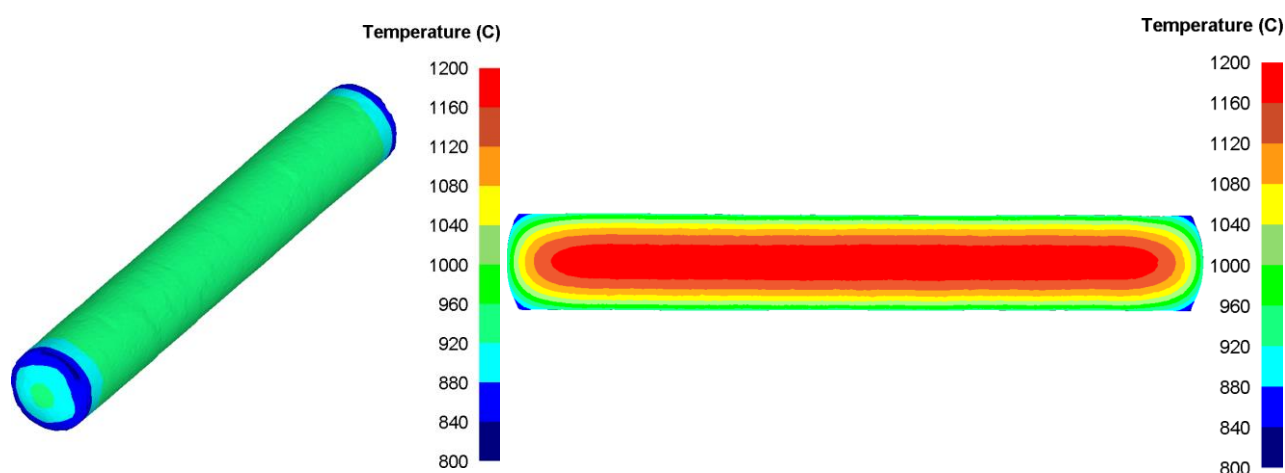


Рис. 6. Тепловое поле заготовки при ковке в вырезных бойках

Можно сделать вывод, что температура окончанияковки не опустилась ниже минимальной ковочной даже на поверхности заготовки, что во многом связано с деформационным разогревом осевой области.

Итоговый анализ результатов моделирования позволяет сделать выводы о, в целом, благоприятной схеме напряжённо-деформационного состояния заготовки при ковке по существующему технологическому процессу. Значительную часть времени протяжки в осевой области заготовки наблюдаются напряжения сжатия. А растягивающие напряжения на поверхности заготовки не проникают глубоко внутрь. Чему способствует образование пластической рубашки в приповерхностном слое. Однако, при несоблюдении теплового режимаковки и, как следствие, понижения пластичности металла, возможно появление поверхностных дефектов: разрывов и трещин. Возможным решением данной проблемы может стать более значительное использование вырезных радиусных бойков.

Список литературы

1. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства, издание второе переработанное. М. Машиностроение, 1976. – 560с.
2. Таупек И.М., Кабулова Е.Г., Положенцев К.А., Лисовский А.В., Макаров А.В. Общее руководство по работе с программным комплексом DEFORM – Старый Оскол: ООО ИПК «Кириллица», 2015. – 217 с.
3. Таупек И.М. Совершенствование технологических процессовковки валов на основе компьютерного моделирования. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». – Москва, 2017. – 192 с.

СЕКЦИЯ: АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК [654.1+656.8]:62-50

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ТЕХНИЧЕСКОГО
ОТДЕЛА ЗАО «ОСКОЛТЕЛЕКОМ»

AUTOMATION OF A WORKPLACE OF THE OPERATOR OF THE
TECHNICAL DEPARTMENT OF «OSKOLTELECOM»

Боева Л. М., к.т.н., Васильева В. В.

Boeva L. M., Vasilieva V. V.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

boeva@inbox.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** Обсуждается возможность автоматизации основных функций технического отдела компании «Осколтелеком» путем внедрения автоматизированного рабочего места оператора. Предложенное решение позволит улучшить визуальное представление и анализ используемой информации и сократит время проведения мероприятий по техническому обслуживанию абонентов.*

***Abstract.** Possibility of automation for the basic functions of the «Oskoltelecom» Technical Department by implementing automated operator workplace is discussed. Attached decision will allow to improve visual presentation and analysis of the required information and will shorten time of realization events on subscribers technical maintenance.*

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место; техническое обслуживание; услуги связи.

Key words: automated workplace; technical maintenance; communication.

Группа компаний «Осколтелеком» является универсальным оператором связи, оказывающим услуги традиционной телефонии, радиодоступа, широкополосного доступа (в том числе, доступ к сети Интернет под маркой FLY), кабельного телевидения.

Основная деятельность «Осколтелелеком» может быть представлена тремя бизнес-процессами: обработка заявок абонентов на подключение; монтажные работы по прокладке сети и установке оборудования; техническое обслуживание - ведение технической документации, мониторинг работы сети, техническое обследование.

Декомпозиция бизнес-процесса технического обслуживания представлена на рис 1.

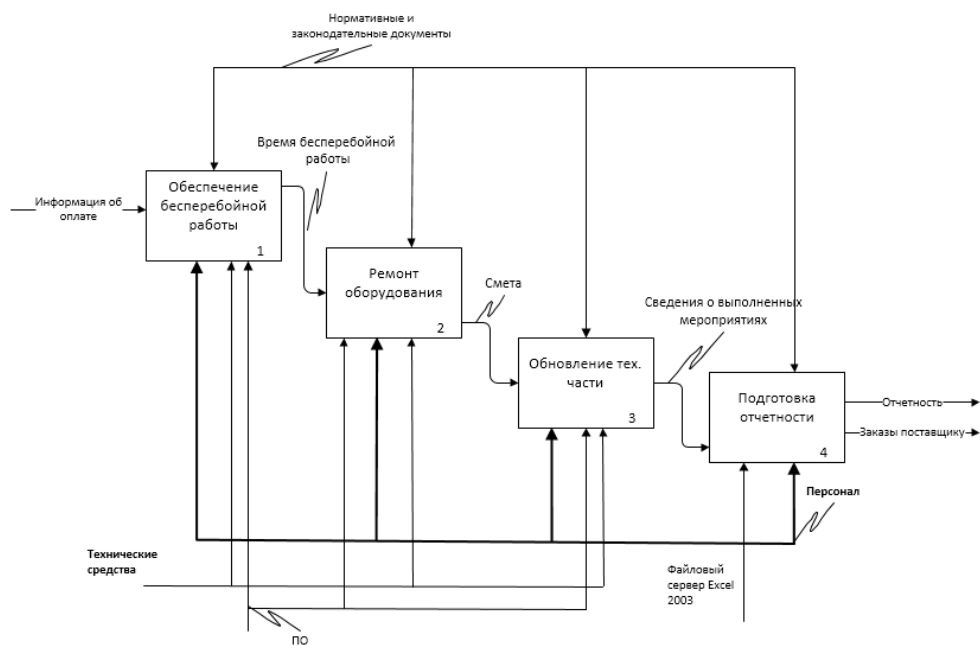


Рис. 1. Декомпозиция процесса технического обслуживания «Осколтелелеком» в IDEF0

В соответствии с ним клиент подает заявление на подключение в абонентский отдел предприятия, который запрашивает возможность подключения у оператора технического отдела, для чего тот просматривает в базе информацию о наличии свободного порта и распределение на патч-панели. Если такая возможность существует, оператор назначает резерв на определенный порт коммутатора в соответствующем доме. После оформления договора формируется наряд на подключение электромонтерами. Выполнение работ фиксируется в наряде и журнале вручную. Помимо этого, операторы технического отдела просматривают, в каком доме или распределительном ящике заканчиваются свободные порты. В случае нехватки оборудования технического отдела сообщает электромонтерам о необходимости его установки и параллельно подает сведения на склад о недостатке необходимого оборудования.

До разработки проекта информация о доступных и неисправных узлах содержалась в разрозненных таблицах MS Excel 2003, хранящихся на корпоративном файловом сервере; учет и отчетность технического отдела велись на бумажных носителях; отсутствовала возможность автоматического удаления зарезервированных портов и оперативный доступ к информации при возникновении сбоев или аварийных ситуаций.

Разработанная в виде приложения АРМ оператора технического отдела позволит обеспечить централизованный учет и хранение данных о состоянии всех узлов сети, возможность автоматизированного создания отчетов для проведения анализа и прогнозирования недостающего оборудования средствами системы. интеграцию с используемой на предприятии автоматизированной системой обработки данных (АСОД) «Интеграл-ОС».

Анализ предлагаемых рынком программных продуктов разработок и технологий для поддержки бизнес-процессов в подразделениях и службах технического отдела (решения от фирм разработчиков CBOSSnetInventory, ДонТелеСофт, «Техноград плюс») выявил их избыточную функциональность, сложность интеграции в существующую ИС предприятия и относительно высокую стоимость. В связи с этим было принято решение о целесообразности самостоятельной разработки модуля АРМ для технического отдела «Осколтелеком».

Технологическая схема обработки информации представлена на рис. 2.

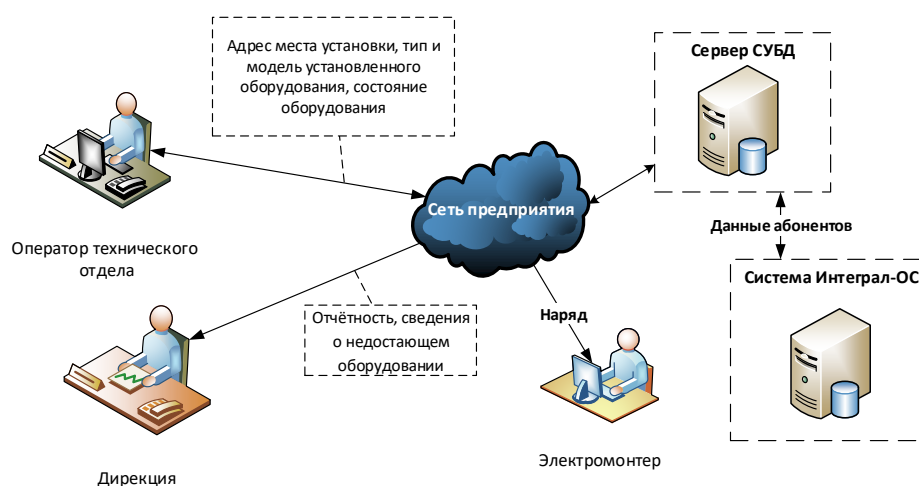


Рис. 2. Технологическая схема обработки информации

Общий алгоритм работы системы предполагает проверку истекших резервов, добавления резерва, проверку технической возможности подключения нового абонента, формирования нарядов и отчетов. При открытии основной формы проводится проверка резервов с истекшим сроком (рис.3).

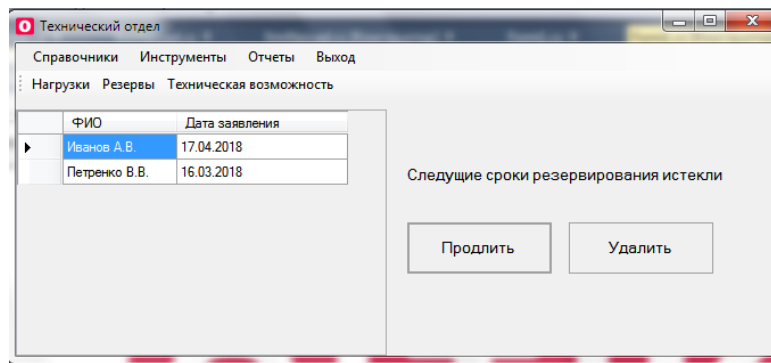


Рис.3. Форма проверки истекших резервов

В случае их наличия, появляется поле с записями, удовлетворяющими условию запроса. Каждую запись можно либо удалить, либо продлить сроки резерва. Алгоритм проверки технической возможности подключения нового абонента представлен на рис. 4.

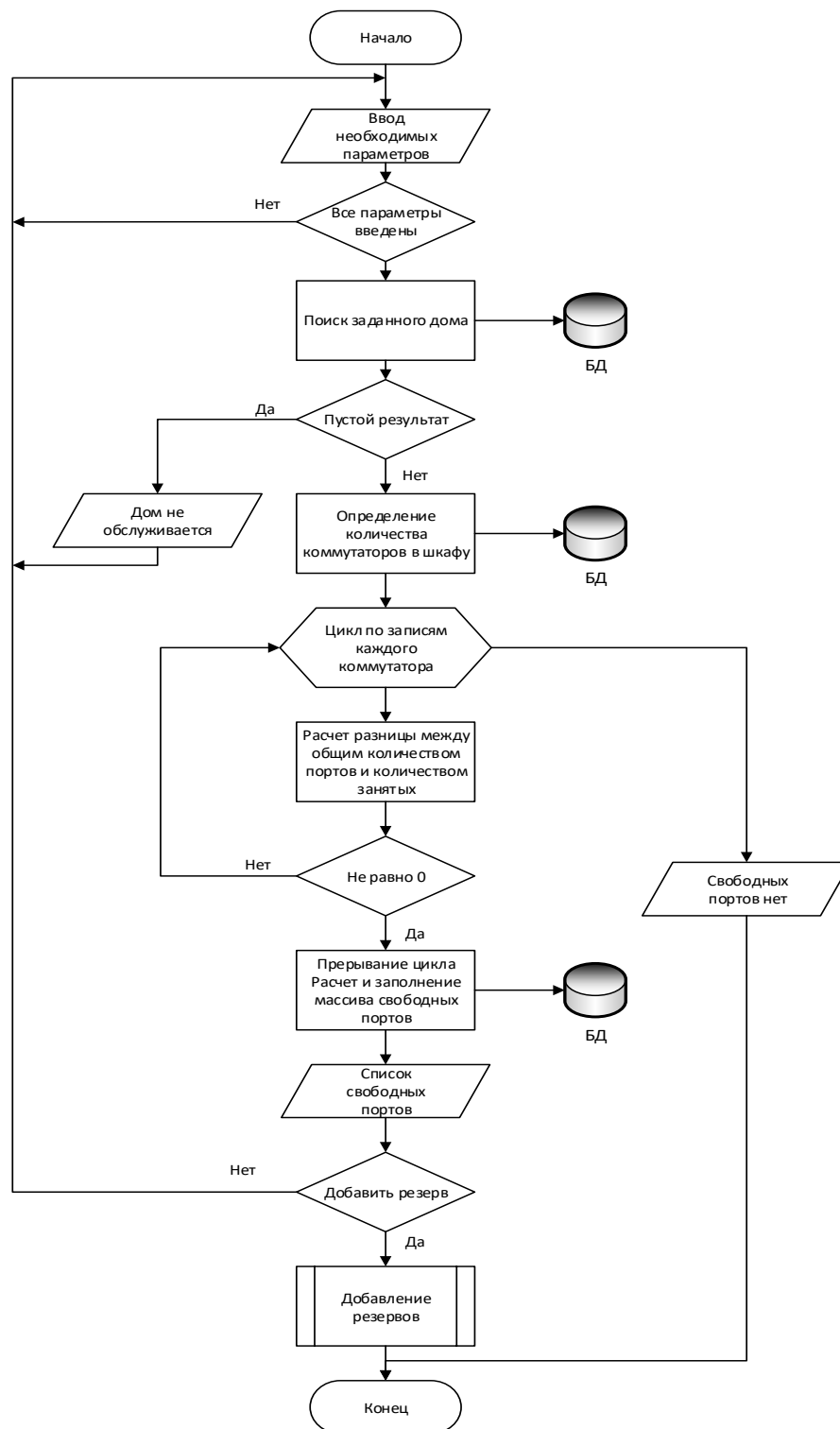


Рис.4. Алгоритм проверки технической возможности подключения нового абонента

Для добавления записи о новом резерве пользователю предлагается ввести данные о заявителе и резервируемом порте. Для создания нового наряда на подключение абонента (рис.5), пользователю выводится информация о всех клиентах, подавших заявление. Далее оператор может указать дополнительные параметры фильтрации и выбрать нужного заявителя. На основе выбранных данных происходит формирование наряда и вывод его на печать.

ФИО	Улица	Распределение	Дата заявления	Дом
Иванов А.В.	Жукова мкр	402	17.04.2018	39
Иголина Ю.Д.	Жукова мкр	408	18.05.2018	39

Рис.5.Форма создания нарядов

При формировании отчета требуется выбрать его тип и ввести необходимые условия (рис. 6, 7). В случае их корректности, предлагается вывести отчет в документы разных типов или сразу вывести его на печать.

ФИО	Улица	Дом	РШ	Коммутатор в шкафу	Порт	Дата
Скрипченкова В...	Жукова мкр	39	39ЖУК1	1	1	11.08.2016
Логачев С.В.	Жукова мкр	39	39ЖУК1	1	2	13.09.2016
Щебильченко И....	Жукова мкр	39	39ЖУК1	1	3	14.08.2016
Косарев А.Г.	Жукова мкр	39	39ЖУК1	1	4	08.11.2016
Хаирова Ю.М.	Жукова мкр	39	39ЖУК2	1	1	21.07.2017
Бурцев А.Н.	Жукова мкр	39	39ЖУК2	1	3	17.02.2017

Рис.6.Форма создания отчетов о нагрузках

Порт	Распределительный шкаф	Коммутатор в шкафу	Дата повреждения
5	39ЖУК1	1	30.04.2018
2	40ЖУК1	1	04.05.2018
4	3БВЕС1	1	29.05.2018

Рис.7.Форма создания отчетов о повреждениях

Для реализации приложения был выбран язык программирования C#, работающий на платформе NET, имеющей хорошую интегрированность с MS SQL Server, что позволит работать с БД и кодом напрямую из среды разработки Visual Studio.

Разработанная информационная система, позволит в удобном и легкодоступном виде просматривать и корректировать необходимые для функционирования технического отдела предприятия данные, а также проводить их анализ и формировать отчетность с использованием автоматизированных средств.

Список литературы

1. Автоматизированная система обработки данных (АСОД) «Интеграл-ОС» [Электронный ресурс] / URL: <http://www.dontelesoft.ru/products.html>
2. Внуков, А. А. Защита информации : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / А. А. Внуков. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 261 с.
3. ДонТелеСофт [Электронный ресурс] / URL: http://www.dontelesoft.ru/products_to.html
4. Корпоративные базы данных – 2016 [Электронный ресурс] / URL: <https://habrahabr.ru/company/ruvds/blog/311422/>
5. Постолиц А.В. Visual Studio .NET: разработка приложений баз данных. СПб.:БХВ-Петербург, 2003. — 544 с.
6. Стружкин, Н. П. Базы данных. Проектирование. Учебник / Н.П. Стружкин, В.В. Годин. - М.: Юрайт, 2016. - 478 с.

УДК 004.4; 004.41; 004.4'24

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ-КОНСУЛЬТАНТА ДЛЯ ООО
«СОФТ-ЮНИОН»**

**DEVELOPMENT OF INFORMATION SYSTEM CONSULTANT FOR "SOFT-
YUNION»**

Боева Л. М., Вон Е. Г.

Boeva L. M., Von E. G.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Sary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Sary Oskol*

boeva@inbox.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** Предлагается проект информационной системы для оказания оперативных консультаций клиентам компании ООО «Софт-Юнион» по установке и эксплуатации программных продуктов 1С. Внедрение разработанного приложения позволит повысить конкурентоспособность компании и обеспечит рост числа ее клиентов.*

***Abstract.** The information system project to provide operational advice on 1С-software installation and operation for Soft Union company clients is proposed. The developed application implementation will improve the company competitiveness and ensure the growth of the customers number.*

Ключевые слова: чат-бот, программные продукты, экспертная система.

Key words: chat bot; software; expert system.

Компания «Софт-Юнион» оказывает услуги по продаже, внедрению и сопровождению информационных систем «1С:Предприятие 8» и программных продуктов 1С в Белгороде и Старом Осколе. Важная часть деятельности компании - консультирование потенциальных и реальных клиентов с целью предоставления качественной информации по поставляемому программному обеспечению и оказания оперативной квалифицированной помощи по вопросам технической поддержки и корректной работы установленных продуктов. Компания оказывает консультации непосредственно через своих менеджеров в офисе, посредством телефонной связи и в

программе 1С-Коннект, которая позволяет удаленно подключаться к компьютерам и к серверам, интегрируется с телефонией и системами предприятия.

На рис.1 представлена бизнес-модель оказания консультаций в ООО «Софт-Юнион».



Рис.1. Бизнес-модель оказания консультаций

На UML-диаграмме (рис. 2.) показан состав участников для оказания консультаций и выполняемые ими функции.

Рис. 2. UML - диаграмма прецедентов организации процесса консультации клиентов

Существенным фактором успешной деятельности компании является необходимость оказания своевременной круглосуточной консультации клиентов, что позволит улучшить финансовые результаты работы компании за счет привлечения новых заказчиков.

В современном информационном обществе сравнительно дешевой и массовой технологией информационной поддержки клиентов является наличие у компании чат-бота в сети Интернет. Предлагается проект чат-бота - помощника для оказания оперативных

консультаций клиентам компании ООО «Софт-Юнион» по установке и эксплуатации программных продуктов 1С. Разработанная информационная система включает часть администратора для редактирования контента и клиентскую часть, реализованную в мессенджере Telegram.

При разработке чат-бота использованы СУБД MySQL, язык программирования PHP, текстовый редактор Notepad++, многоязычный FTP FileZilla. В качестве веб-сервера чат-бота предлагается программа WampServer. Клиенты могут воспользоваться чат-ботом в установленном приложении Telegram для смартфонов и Telegram Desktop для ПК, ноутбуков и т.д.

Технология проектирования чат-бота - консультанта базируется на идеологии экспертной системы. В разработанной ИС экспертами и инженерами по знаниям выступают клиент-менеджеры, инженеры-программисты, сервис-инженеры ООО «Софт-Юнион». Часть общих знаний по программным продуктам 1С извлекается из интернет-ресурсов .

В качестве примера на рис. 3 представлена блок-схема алгоритма получения знаний от экспертов по часто задаваемым вопросам.

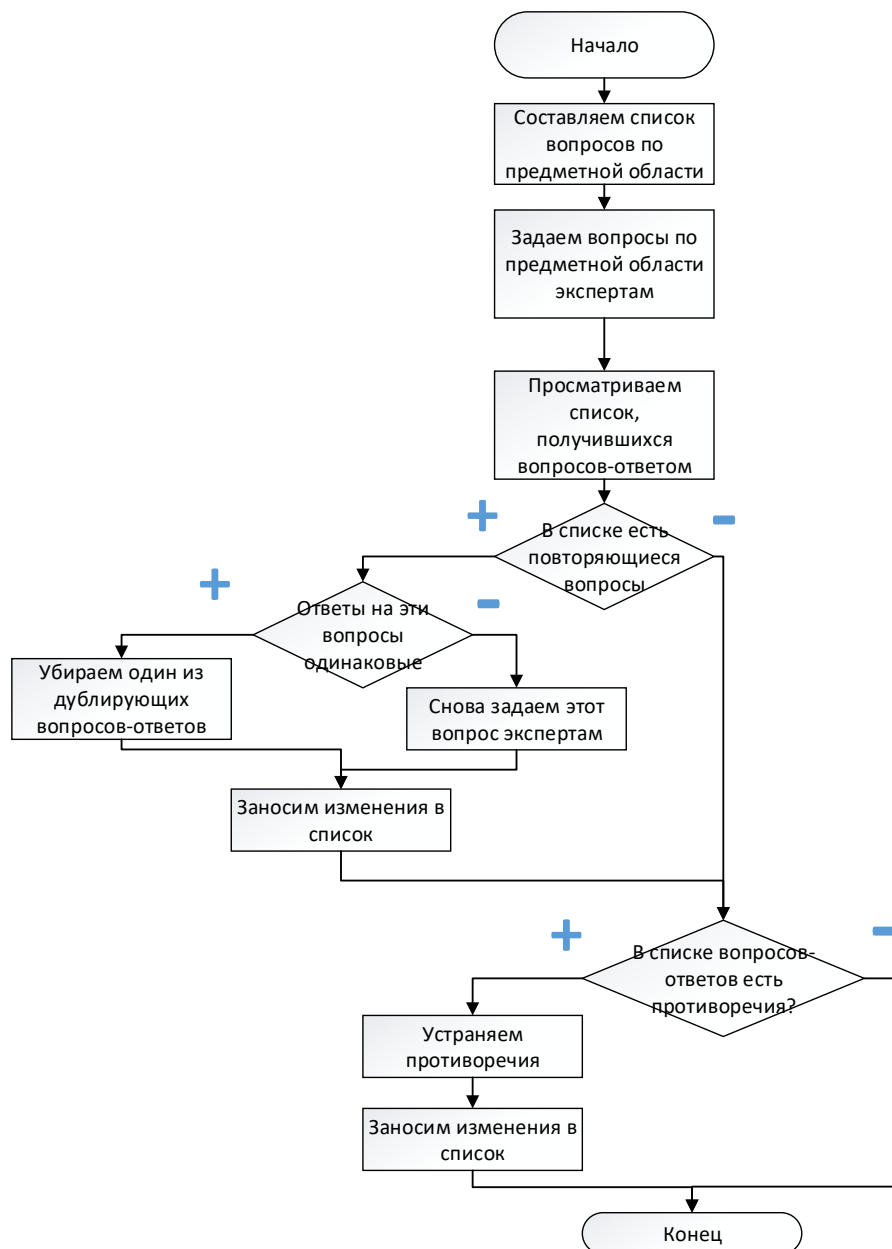


Рис. 3. Алгоритм получения знаний от экспертов

Блок-схема алгоритма оказания консультации показана на рис. 4.

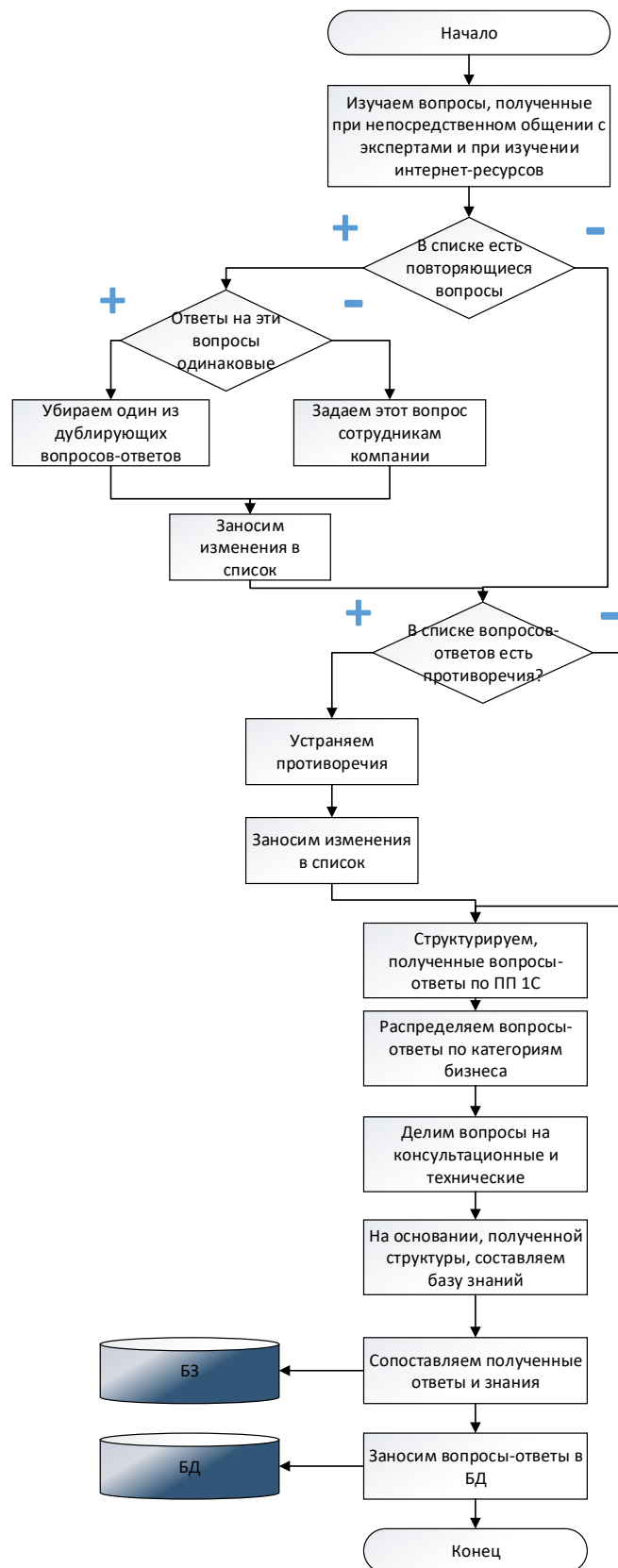


Рис. 4. Алгоритм оказания консультации

База знаний чат-бота строилась на основе семантической модели с дифференциацией блоков консультационных и технических вопросов и сфер деятельности клиента.

Пользовательский интерфейс в мессенджере Telegram простой и интуитивно понятный. Пользователь может воспользоваться чат-ботом как с ПК, так и со смартфона. После входа в систему пользователю предлагается выбрать определенную категорию и задать свой вопрос рис. 5.

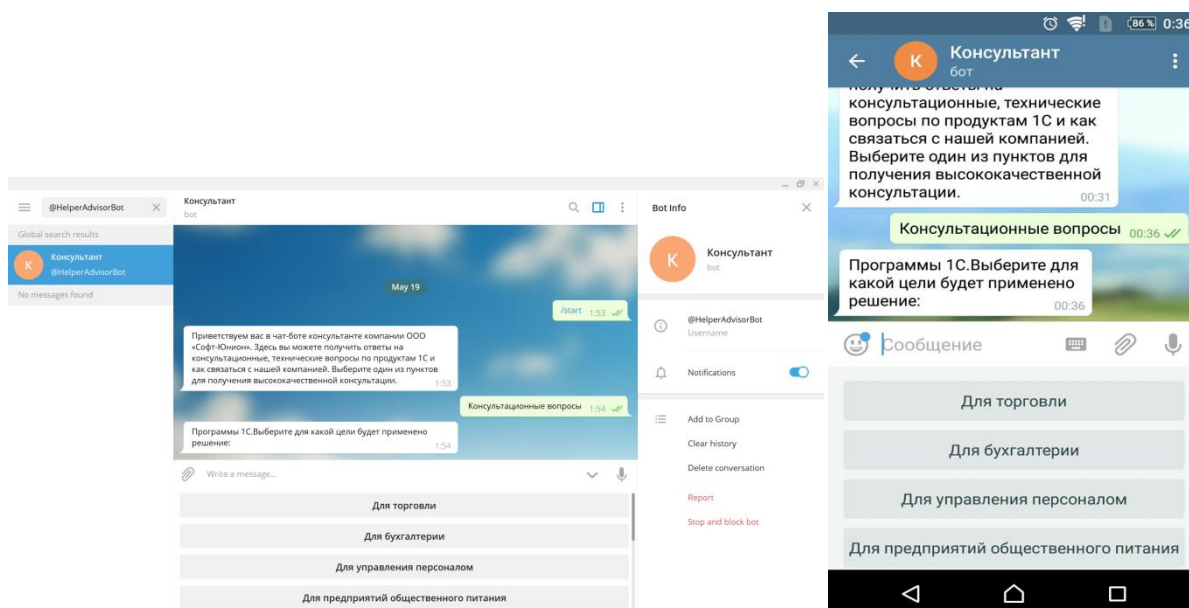


Рис. 5. Экранные формы перехода в категорию «Консультационные вопросы» для ПК и смартфона

Редактирование, удаление, добавление контента осуществляется сотрудниками компании в соответствии с разработанным разграничением прав пользователей к административной части ИС. После прохождения аутентификации сотрудник попадает в окно, в котором можно увидеть полную древовидную структуру чат-бота и хранящиеся в базе данных вопросы-ответы (рис. 6).

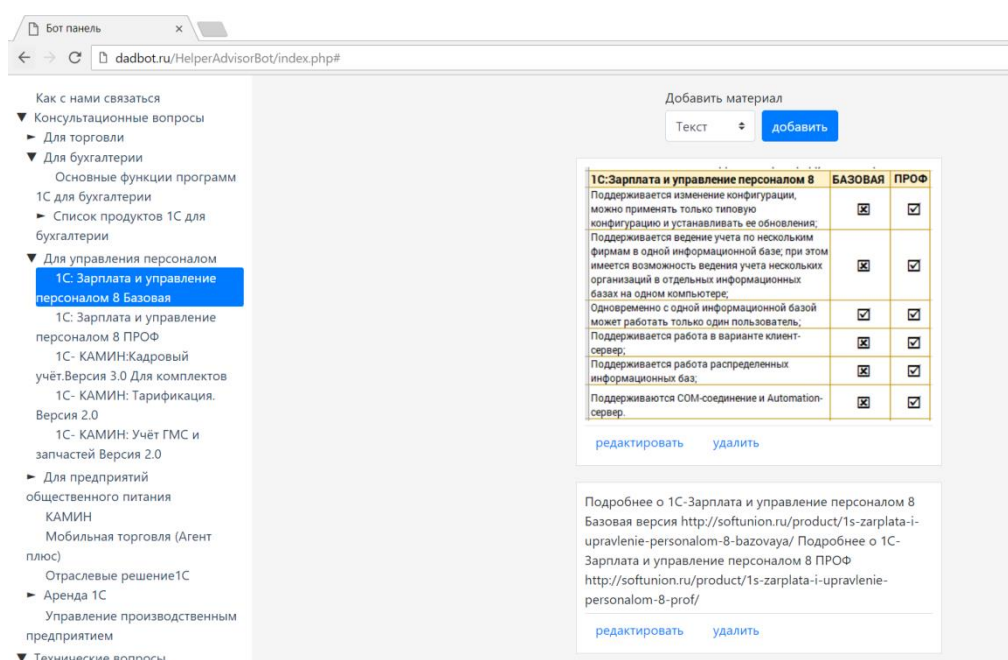


Рис. 6. Окно с категориями вопросов и контентом

Предлагаемый чат-бот обеспечит возможность оказания качественных круглосуточных консультаций клиентов на уровне квалифицированного сотрудника компании. Внедрение разработанного приложения позволит повысить конкурентоспособность компании и обеспечит рост числа ее клиентов.

Список литературы

1. Джозеф Джарратано, Гари Райли. Экспертные системы: принципы разработки и программирования, 4-е издание. : Пер.с англ. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2007- 1152 с. : ил. – Парал. Тит. Англ.
2. Еременко Ю.И. Интеллектуальные системы принятия решений и управления// К Еременко Ю.И. – Старый Оскол: ООО Оскольская типография, 2010. – 183 с.
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Telegram>
4. <http://jtemplate.ru/ru/poleznyj-soft/121-notepad-svobodnyj-tekstovyj-redaktor.html>
5. <http://softunion.ru/o-kompanii/>
6. <http://softunion.ru/programmy-1s/kamin/>

УДК 681.5

**МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
РЕФОРМЕРОМ ПЕЧИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ЦЕХА ОКОМКОВАНИЯ И
МЕТАЛЛИЗАЦИИ АО «ОСКОЛЬСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ
КОМБИНАТ»**

**MODERNIZATION OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF REFORMER
FURNACE METALLIZATION PLANT OF PELLETIZING AND METALLIZATION
JOINT STOCK COMPANY «OSKOL ELECTROMETALLURGICAL PLANT»**

Ансимов М. Ю., Халапян С.Ю.

Ansimov M.Y., Khalapyan S. Y.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Sary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Sary Oskol*

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация:** Исследование проблем автоматизированного управления шахтной
печью и реформером при воздействии возмущений, вызванных динамикой работы
установки металлзации.*

***Annotation:** Research of problems of automated control of the mine furnace and the
reformer at influence of the disturbances caused by dynamics of work of installation of
metallization*

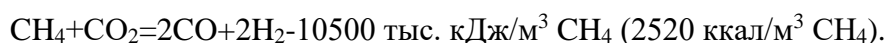
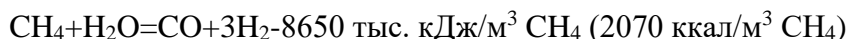
Ключевые слова: реформер; печь металлзации; конверсия природного газа.

Key words: reformer; metallization furnace; natural gas conversion.

На современных предприятиях бескоксовой металлургии для восстановления окисленного железорудного сырья используются установки металлзации. Шахтные печи в ЦОиМ АО «ОЭМК» работают на основе технологии восстановления «Мидрекс».

В качестве исходного материала для производства металлизированных окатышей применяются окисленные окатыши после упрочнения обжигом. Из природных газов или газов, используемых в промышленном масштабе, нет ни одного (за исключением дорогих синтетических), пригодного для металлзации руд и окатышей, поэтому она проводится смесью окиси углерода и водорода, полученной при конверсии природного газа в реформере (поз. 15 на рис. 1).

В реформере из смеси технологического и природного газов получается конвертированный газ. Корпус реформера с футерованным рабочим пространством представляет собой газоплотную сварную конструкцию, в которой 288 реакционных труб расположены в 4 ряда по 72 трубы. Каждый ряд включает 12 секций по 6 труб, так что в каждой секции находится 24 трубы. Реакционные трубы заполнены катализатором, на котором происходит конверсия смешанного газа в конвертированный. Трубы расположены вертикально, газ через них проходит снизу вверх. Конверсию природного газа окислителями технологического газа производят по следующим формулам:



Тепло, необходимое для прохождения реакции, выделяется в межтрубном пространстве

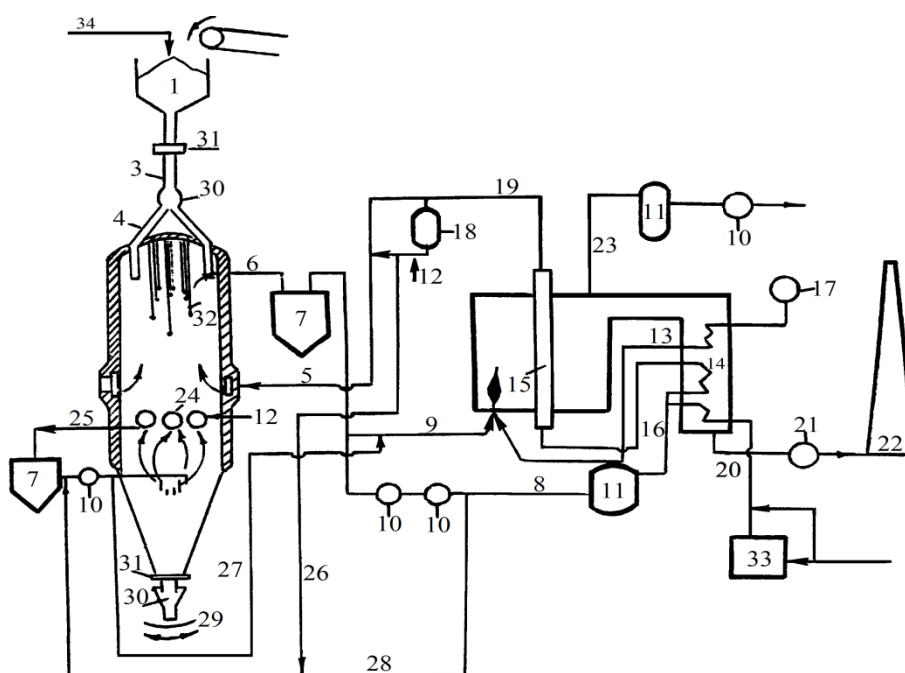


Рис.1 Технологическая схема прямого восстановления "Мидрекс"

реформера за счет сжигания топливного колошникового и природного газов в 120-ти главных и 36-ти вспомогательных горелках. При этом следует учесть, что вспомогательные горелки работают на природном газе.

Воздух на главные и вспомогательные горелки подается с помощью главной и вспомогательной воздуходувок соответственно. При этом, ввиду непостоянства состава, объема и теплотворной способности топливного колошникового газа, который сгорает в главных горелках для отопления реформера, возникает сложность регулирования температуры и расходов природного газа и воздуха.

Так как в настоящее время в ЦОиМ не производится газоанализ топливного колошникового газа, поступающего на главные горелки реформера, для реализации регулирования температуры реформера по возмущению целесообразно проанализировать

топливный газ на концентрацию в нем горючих веществ. При этом должно быть одновременное измерение необходимых видов горючего газа, а именно монооксида углерода, водорода и метана.

Для практической реализации системы управления была разработана структурная схема САУ температуры реформера, которая изображена на рисунке 2.

По структурной схеме видно, что с помощью газоанализатора определяется объем горючих веществ в топливном газе (водород, монооксид углерода и метан), затем происходит их пересчет по теплотворной способности. Далее осуществляется коррекция задания расхода природного газа, подаваемого на вспомогательные горелки. С целью повышения эффективности использования топливного колошникового газа и для недопущения попадания СО в окружающую среду в данной системе происходит и подсчет воздуха для сгорания определенного горючего вещества, затем суммируется воздух, необходимый для сгорания всех веществ, содержащихся в топливном колошниковом газе, и воздух для сгорания природного газа. Получившаяся сумма является заданием на расход воздуха, подаваемого на главные горелки реформера.

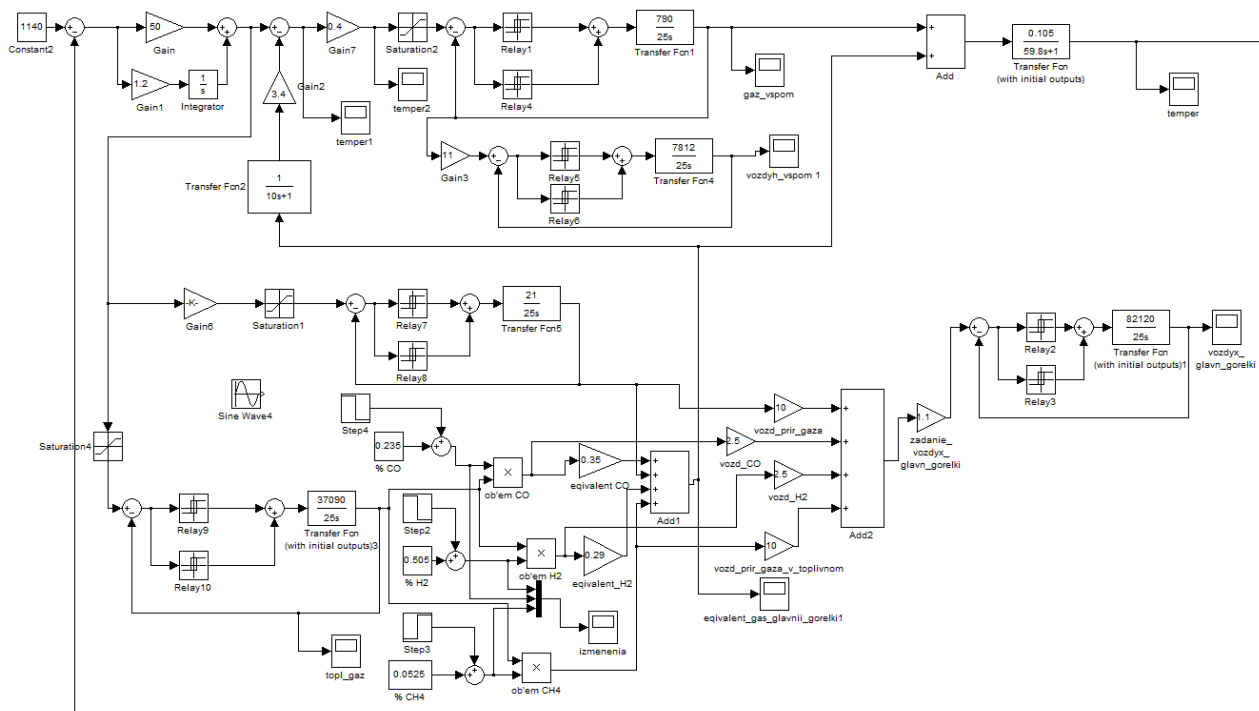


Рис. 2 Структурная схема САУ температуры реформера

На рисунке 3 изображен результат моделирования.

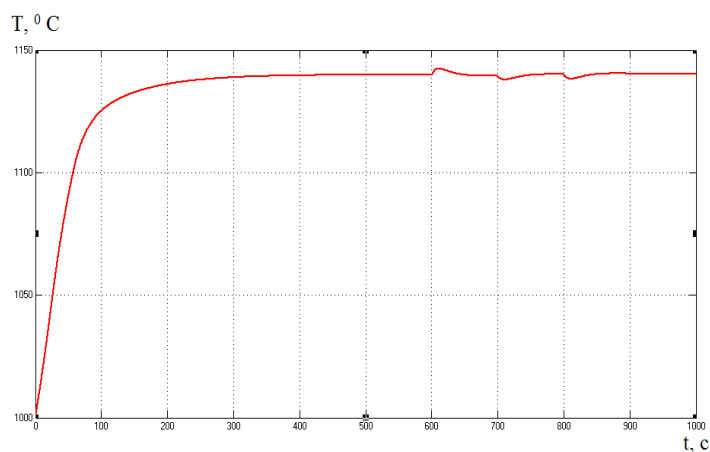


Рис. 3 Переходная характеристика температуры реформера

Однако реформер является технологическим объектом, для управления которым разработано несколько контуров управления. В связи с этим у оператора возникают сложности при задании уставок для определенных параметров реформера. В связи с этим существует необходимость разработки систем управления и систем поддержки принятия решений, основанных на методах искусственного интеллекта. Такие системы могут оказать существенную помощь операторскому персоналу, а в особенности – начинающим специалистам. Также интеллектуальные системы смогут заменить оператора при контроле работы сразу нескольких контуров регулирования.

Список литературы

1. Еременко Ю.И., Халапян С.Ю., Полещенко Д.А., Ярмуратий Д.Ю. Мехатроника, автоматизация, управление: «Разработка модели шахтной печи металлизации на основе технологии нейронных сетей». 2013. - № 4, 56-60 с.
2. Еременко Ю.И., Халапян С.Ю., Ярмуратий Д.Ю., Невзоров А.А. Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: «О проблемах решения задачи автоматизированного управления шахтной печью на основе создания тренажера оператора». 2014. - № 3(305), 38-44 с.

УДК 681.5

**МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЦЕХА ВОДОСНАБЖЕНИЯ АО
«ОЭМК»**

**MODERNIZATION OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF INSTALLATION OF
SEWAGE TREATMENT PLANT WATER SUPPLY JOINT-STOCK COMPANY
«OSKOL ELECTROMETALLURGICAL PLANT»**

Буров В. С.

Burov V. S.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

vadim_15_96@mail.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** Анализ проблем и недостатков существующей автоматизированной системы управления установки очистки сточных вод, в основе которой лежит технология обратного осмоса.*

***Abstract.** Analysis of the problems and shortcomings of the existing automated control system of wastewater treatment plant, which is based on reverse osmosis technology.*

Ключевые слова: регулирование; моделирование; автоматизированная система управления.

Key words: regulation; modeling; automated control system.

Установка очистки сточных вод служит для приема, очистки производственной сточной воды и сброса ее в реку Оскол с установленными допустимыми концентрациями загрязняющих веществ, в объеме, не превышающем установленный решением о предоставлении водопользования в части сброса.

Поступающая под остаточным давлением с центральной водоподготовки вода накапливается в емкости исходной воды. Откуда насосом подается последовательно на фильтрацию через самопромывные фильтры и ультрафильтрационные модули. Фильтрат отводится в емкость фильтрованной воды. Из емкости-накопителя насосом фильтрат подается на обратноосмотическую установку первой ступени через блок барьерной фильтрации. Пермеат от установки обратного осмоса первой ступени поступает в

емкость-накопитель пермеата, а концентрат направляется на вторую ступень обратного осмоса. Пермеат со второй ступени обратного осмоса поступает в емкость-накопитель пермеата, а концентрат под остаточным давлением направляется в емкости-накопители концентрата. Из емкости накопителя пермеата очищенная вода расходом 210 м³/ч подается насосом в систему технического водоснабжения предприятия, а также отдельным трубопроводом на подпитку парового цикла в котельную или отводится в реку.

Для получения требуемых данных очищенной воды, при прохождении водного потока через технологию обратного осмоса необходимо непрерывно поддерживать определенное давление (12-23 бар). На первой ступени обратноосмотической установки то происходит с помощью четырех насосных агрегатов (рис.1), три из которых постоянно находятся в работе, а четвертый является резервным.

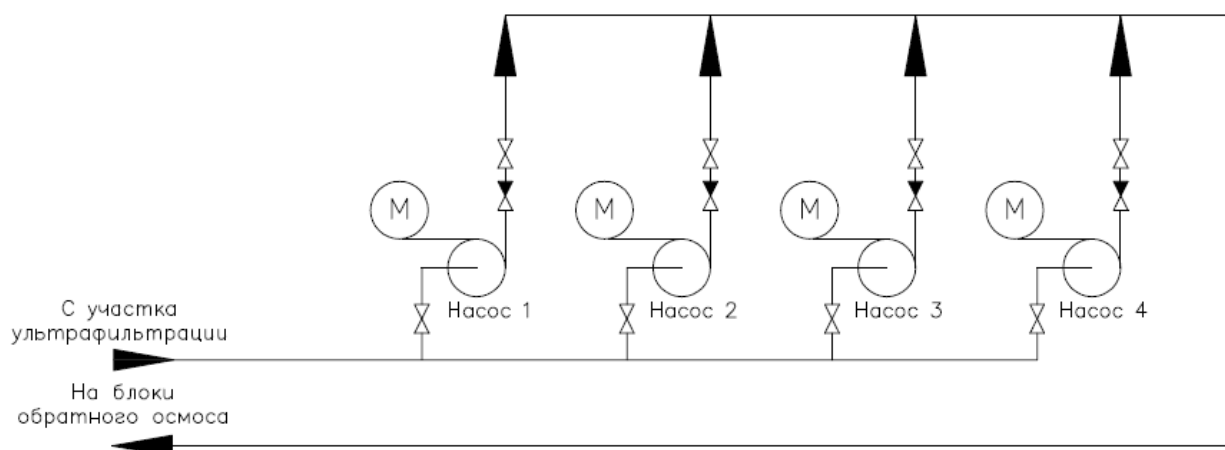


Рис.1 Технологическая схема.

В случае поломки одного из насосных агрегатов, подключается резервный насосный агрегат. Но в существующей системе автоматизированного управления не предусмотрено автоматическое подключение резервного насосного агрегата. Также, не предусмотрен контроль температуры подшипников насосных агрегатов.

Для практической реализации автоматизированной системы регулирования давления была разработана математическая модель (рис.3), в которой промоделирована поломка одного из основных насосных агрегатов и подключение резервного.

Настройка структурной схемы регулирования давления реализована в среде MatlabSimulink. Для выполнения данной настройки были использованы напорные характеристики насосных агрегатов, на их основе построена графическая характеристика для параллельной работы данных насосов (рис.2), путем геометрического сложения расходов насосов (Q) при одинаковых напорах (H).

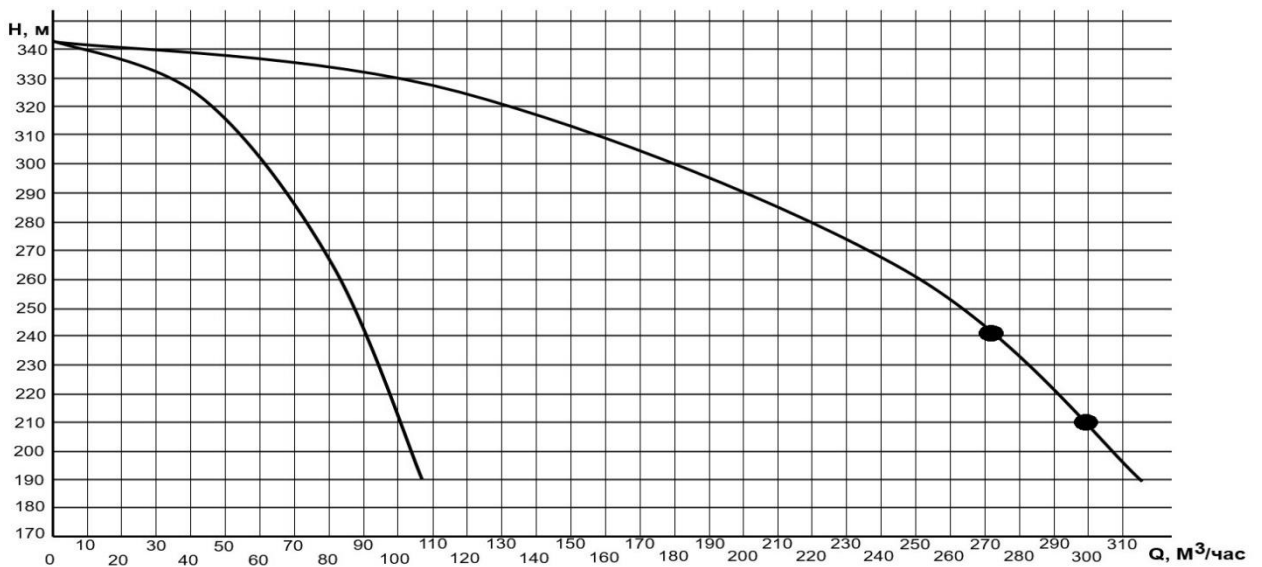


Рис. 2 Напорная характеристика параллельной работы насосов

Задание по давлению формируется SCADA – системой. Далее оно сравнивается с измеренным значением.

Полученное рассогласование поступает на ПИ-регулятор, реализуемый программно в контроллере и формирующий управляющее воздействие, которое ограничивается в пределах от 40 до 100 процентов, на частотные преобразователи и логический переключатель. Частотные преобразователи задают частоту вращения вала асинхронных двигателей, которые передают ее на исполнительные механизмы.

Если расход хотя бы одного из трёх исполнительных механизмов равен нулю, то переключатель включает резервный исполнительный механизм (ИМ4) параллельно остальным.

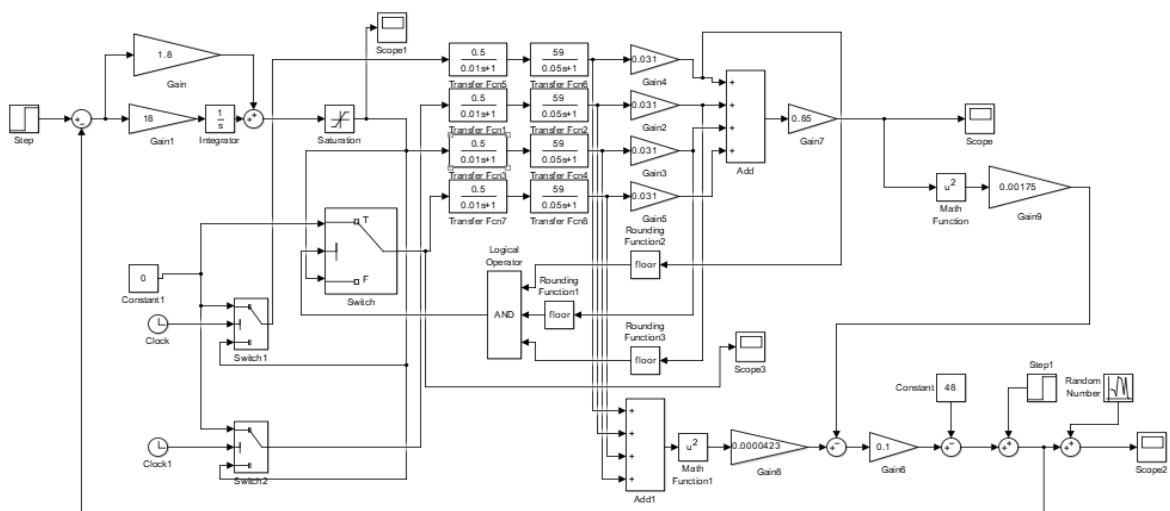


Рис. 3 Математическая модель регулирования давления

Также была разработана структурная схема КТС (рис.4).

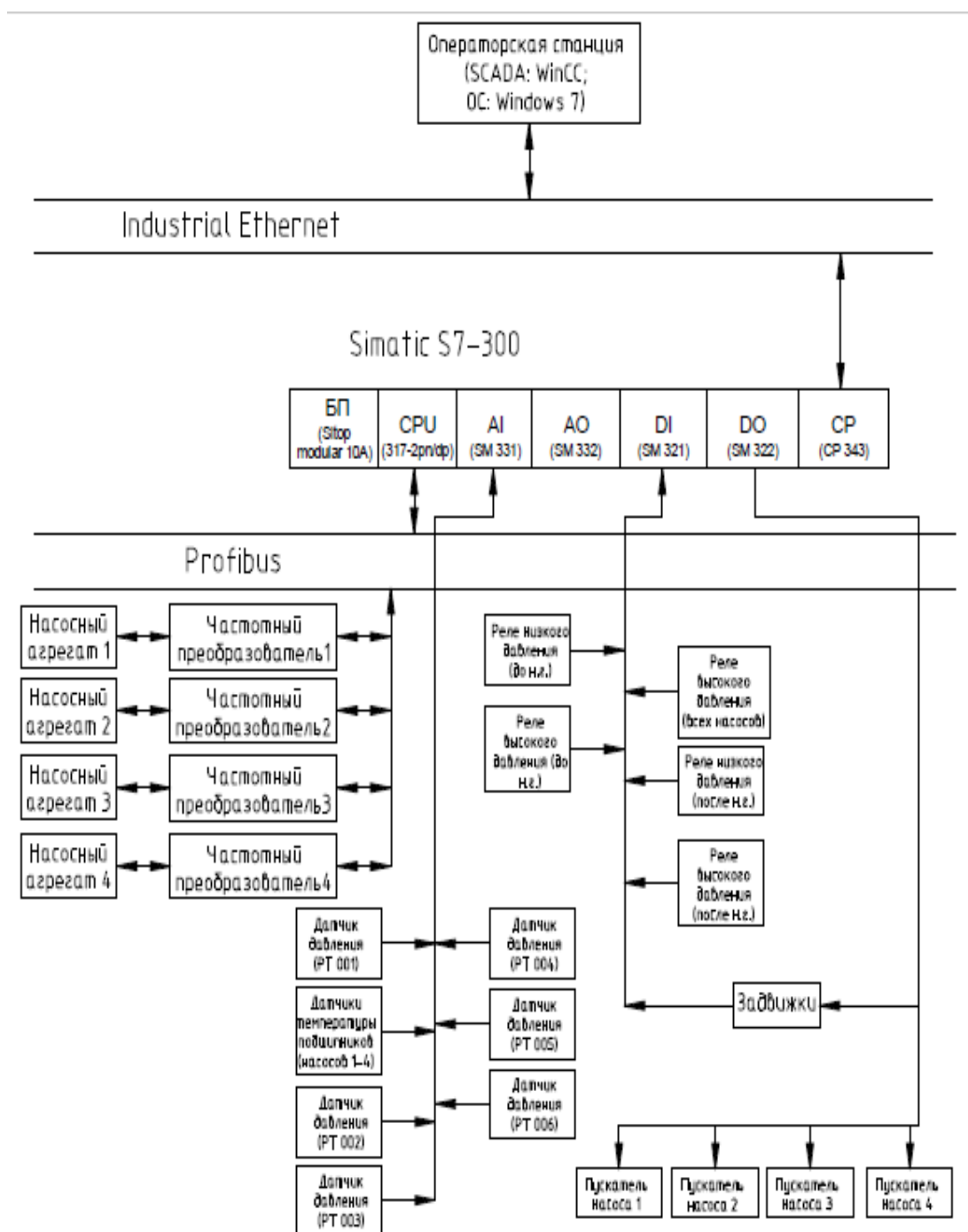


Рис. 4 Структурная схема КТС

В данной статье был рассмотрен один из способов модернизации установки очистки сточных вод цеха водоснабжения АО «ОЭМК». Предложенный способ позволит не тратить время на ручное подключение насосных агрегатов, следовательно, избавиться от падения давления и возможного простоя в момент поломки.

Список литературы

1. Лезнов Б.С. Частотно-регулируемый электропривод насосных установок. — М.: Машиностроение, 2013. — 176 с

УДК 004.942

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «МЕЛЬНИЦА-
КЛАССИФИКАТОР» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО АППАРАТА
DEVELOPMENT OF "MILL-CLASSIFIER" TECHNOLOGICAL COMPLEX MODEL
USING NEURAL NETWORK**

Цыганков Ю. А., Полешенко Д. А., Еременко Ю. И.

Tsygankov Y.A., Poleshchenko D.A., Eremenko Y.I.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Sary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Sary Oskol*

TsY-18@yandex.ru, po-dima@yandex.ru, erem49@mail.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42, +79205938243

***Аннотация.** В представленной статье исследуется зависимость изменения качества работы нейросетевой модели технологического комплекса «мельница-классификатор» от методики организации динамики работы объекта.*

***Abstract.** The dependence of change of quality of a "mill-classifier" technological complex neural network model from the method of the plant dynamics implementation.*

Ключевые слова: шаровая мельница; спиральный классификатор; нейронная сеть; многопараметрический объект; горно-обогатительное производство.

Keywords: ball mill; spiral classifier; neural network; multiparameter object; mining and processing.

Существующий на сегодня высокий уровень развития информационных технологий позволяет применять их для решения задач не только в повседневной жизни, но и на производстве. Причем их использование не ограничивается набором стандартных задач, а все чаще начинают устраняться проблемы, ранее неразрешимые при помощи классических методов. Одной из областей применения является алгоритмическое обеспечение систем управления технологическими объектами. В данный момент наметилась даже тенденция использования новых методов информационных технологий в различных технологических задачах для целей повышения эффективности производственного процесса. Подобные тенденции имеются также и в горно-обогатительной отрасли [1].

В данной статье речь идет об одном из основных агрегатов технологического процесса обогащения в горно-обогатительном производстве – комплексе «шаровая мельница-классификатор» и возможности разработки модели данного комплекса при помощи аппарата искусственных нейронных сетей (ИНС) [2]. В современных реалиях, когда предприятия осуществляют модернизацию и разработки, касающиеся в том числе и алгоритмов управления с целью повышения показателей эффективности производства, достаточно актуальной является попытка разработки модели многопараметрического технологического объекта для целей управления. И как дальнейшее развитие реализация единой системы, основанной на подобных моделях, для получения более точного прогноза итогов работы передела. Данная совокупность моделей должна работать в существующих условиях наличия множества входов/выходов, достаточно сложном характере зависимостей между ними и сложности измерения некоторых основных показателей или же полном отсутствии возможности оценки в реальном времени [3].

Предыдущие работы показали возможность использования аппарата ИНС для решения задачи моделирования шаровой мельницы [4]. Получив в [4] положительный результат, было принято решение расширить действие модели на спиральный классификатор, с которым мельница работает в замкнутом технологическом цикле. Классификатор осуществляет разделение пульпы на годный продукт и некондицию, подлежащую возврату потоком рецикла для доизмельчения обратно в мельницу. Для учета данного обстоятельства в текущей работе был рассмотрен процесс построения единой модели технологического комплекса «мельница-классификатор».

В процессе построения модели были использованы данные из реальной системы управления. Анализу были подвергнуты данные за период работы объекта равный 3 месяцам. Это было выполнено для возможности оценки качества работы модели на различных состояниях объекта. Оценивалось 7 технологических переменных, из которых 6 были выбраны в качестве входных сигналов для модели, а именно – вес руды, подаваемой в мельницу; объем воды, подаваемой в загрузку мельницы; объем воды, подаваемой в бутару мельницы; мощность привода мельницы; ток 1ой спирали классификатора и ток 2ой спирали классификатора. Оцениваемым выходным параметром была выбрана плотность слива классификатора, являющаяся итоговым выходным сигналом комплекса. К тому же в производственном цикле рассматриваемого предприятия на данном переделе управление ведется исходя из условия поддержания постоянства плотностного режима.

По причине различной частоты дискретизации измеряемых параметров первоначально было выполнено их усреднение для приведения к единому времени. В

итоге было достигнуто единство частоты измерения всех параметров с временем дискретизации, равным 1 минуте. Несомненно, применение данной операции оказало влияние на степень точности обрабатываемых параметров, но это было необходимым условием для проведения моделирования.

Затем полученные данные необходимо было разделить на обучающую и тестовую выборки. Первоначально были исключены периоды остановки производственного оборудования на ремонт или по иным причинам. Затем данные были подвергнуты анализу с целью соблюдения условия вхождения максимального/минимального значений тестовой выборки в промежуток максимум/минимум обучающей соответственно. Выполняется это для недопущения проведения тестового моделирования на ранее неизвестных данных, существенно отличающихся от обучающей выборки. В итоге, при соблюдении всех поставленных условий были получены обучающая выборка объемом 70000 точек и тестовая выборка объемом 1500 точек. После полученные данные были пронормированы.

Моделирование проводилось с использованием искусственных многослойных нейронных сетей прямого распространения сигнала с различной архитектурой. Опыты с использованием озвученных 6 переменных на входе первоначально не позволили получить высокий результат моделирования при работе на тестовой выборке. Для повышения качества работы модели было принято решение о подаче на вход нейронной сети тех же технологических сигналов, но задержанных на один и более тактов с целью придания динамических свойств разрабатываемой модели.

В ходе опытов для повышения качества работы модели на тестовой выборке постепенно увеличивалось количество тактов задержки по каждому из входных сигналов. Чем собственно и была обусловлена необходимость текущего исследования. В его ходе предполагалось выяснить – для повышения показателей работы модели является ли необходимым условием введение дополнительных нейронов во входной слой в соответствии с каждым тактом задержки или же возможно делать это с большим дискретом? В частности, в данной работе исследована разница в работе нейросетевых моделей комплекса «мельница-классификатор» с одинаковой архитектурой скрытых и выходного слоев, но различным количеством нейронов во входном слое.

Для этого была использована многослойная нейронная сеть прямого распространения сигнала с двумя скрытыми слоями: 30 нейронов в первом слое и логистическая функция активации (ФА); 15 нейронов во втором скрытом слое и также логистическая ФА. В выходном слое использовался 1 нейрон с линейной ФА. Количество же нейронов в выходном слое варьировалось – 36 нейронов для обработки входных

сигналов и каждого из них, задержанного на 1-5 тактов последовательно или 18 нейронов для обработки тех же сигналов, но с задержками только на 1 и 5 тактов.

В ходе экспериментов были получены следующие результаты, представленные в таблице 1. Для получения достоверных результатов каждая из архитектур нейронной сети обучалась неоднократно. В качестве параметров оценки моделирования были использованы средние значения таких показателей, как коэффициент корреляции реального графика выходного сигнала плотности и выходного сигнала нейросетевой модели - $corr k$, а также значение функционала метода наименьших квадратов - $F(МНК)$.

Таблица 1. Результаты работы нейросетевых моделей различной архитектуры на тестовой выборке

Номер эксперимента	Показатели работы НС с кортежем задержек сигналов [-1; -2;-3;-4;-5] на входе		Показатели работы НС с кортежем задержек сигналов [-1;-5] на входе	
	$corr k$	$F(МНК)$	$corr k$	$F(МНК)$
1	0.6899	7.1357	0.8116	8.852
2	0.7929	13.0733	0.723	12.24
3	0.7122	9.6484	0.6105	14.73
4	0.7888	7.72	0.6753	9.4185
5	0.5083	36.0423	0.852	11.93
6	0.7355	24.48	0.7042	23.06
7	0.7595	6.86	0.6128	18.61
8	0.803	6.83	0.5905	18.92
9	0.7596	12.066	0.7374	15.65
10	0.7821	11.7016	0.7612	13.74
Среднее значение	0.733	13.55	0.70785	14.75

Из представленных результатов можно сделать вывод, что нейросетевая модель комплекса «мельница-классификатор», содержащая во входном слое большее количество нейронов для обработки задержанных сигналов, позволяет достигать лучшего качества работы именно на тестовой выборке. Предположительно, данный эффект достигается за счет большего количества обрабатываемой информации и последовательного моделирования динамики работы объекта. Полученные результаты, обеспечивающие более высокое качество работы моделей, актуальны для процесса построения единой

системы управления процесса обогащения и будут учтены при разработке прочих агрегатов технологической цепочки.

Исследование проведено за счет средств гранта на проведение научно-исследовательских работ по приоритетным направлениям развития науки, техники и критическим технологиям для студентов и аспирантов вузов, предоставленным Департаментом внутренней и кадровой политики Белгородской области (договор №57 от 12.09.2018 г.).

Список литературы

1. Овчинников В.В. Перспективы использования искусственного интеллекта в технологиях горнодобывающей промышленности // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2018. - №1 (специальный выпуск 1). – С. 438-449.

2. Eremenko, Y., Poleshchenko, D., Glushchenko, A. About Heating Plants Control System Developing on Basis of Neural Network Usage for PID-Regulator Parameters Optimization, Applied Mechanics and Materials, Vol. 682, pp. 80-86, 2014.

3. Зозуля Ю.И., Слетнев М.С. Разработка программного комплекса нейросетевой системы поддержки принятия решений по безопасному оперативному управлению нефтехимическим производством // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. – 2013. - №1. – с.7-14.

4. Еременко Ю.И., Полещенко Д.А., Цыганков Ю.А. Разработка математической модели шаровой мельницы для решения задач управления технологическим объектом // Труды XI Всероссийской научно-практической конференции «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве» / под ред. С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева - Новокузнецк: издательство «Сибирский государственный индустриальный университет», 2017. – С. 370-372.

**О ПРИМЕНИМОСТИ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ОЦЕНКИ ОШИБКИ ХЬЮБЕРА КАК
МЕТОДА АДАПТИВНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С
МАЛЫМ ЗНАЧЕНИЕМ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ
ON APPLICABILITY OF HUBER LOSS FUNCTION AS ADAPTIVE
REGULARIZATION METHOD TO TIME SERIES WITH LOW STANDARD
DEVIATION**

Жуков П.И., Глущенко А.И.

Glushchenko A.I, Zhukov P.I.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** Рассматривается применимость функции оценки ошибки Хьюбера в качестве целевой функции обучения со свойствами адаптивного регуляризатора для нейронных сетей (НС) при работе с временными рядами, имеющими малое значением СКО, на примере ряда процентных приращений цены акций.*

***Abstract.** The applicability of the Huber error estimation function as an objective function, which has the properties of an adaptive regularizer, for neural network training is considered. This network is used for time series with a small value of RMS (root mean square) through the example of a percentage increments series of a share cost.*

Ключевые слова: регуляризация, искусственные нейронные сети, функция Хьюбера, процентные приращения.

Key words: regularization, artificial neural networks, Huber function, percentage increments.

При решении задачи аппроксимации нестационарного временного ряда (А) с большой ретроспективой может возникнуть проблема переобучения, связанная с чрезмерной зашумленностью ряда неявными зависимостями неизвестного рода. В таких случаях предлагается преобразовать ряд А к ряду Б путем использования одной или нескольких явных зависимостей исходного ряда, что позволит избавиться от части шумов [1].

В качестве примера такого преобразования можно рассматривать взятие процентных приращений значений исходного ряда (рис.1):

$$C_{\%} = \frac{C_i}{C_{i-1}}$$

(1)

где: $C_{\%}$ – процентное приращение; C_i – i -е значение временного ряда; C_{i-1} – $i-1$ -е значение временного ряда.

Получившиеся значения (рис.1) лучше приспособлены для точного прогнозирования нестационарных временных рядов при помощи методов машинного обучения [2], получивших широкое распространение в настоящее время, за счет ярко-выраженного математического ожидания, что дает возможность нормализовать ряд, позволяя избежать чрезмерного усложнения модели ввиду сложности значений исходного ряда. В качестве тестовой модели была выбрана НС архитектуры многослойный перцептрон, прямого распространения сигнала с тремя скрытыми слоями по 50, 10 и 10 нейронов в каждом соответственно, метод обучения – градиентный спуск, целевая функция – квадрат невязки.

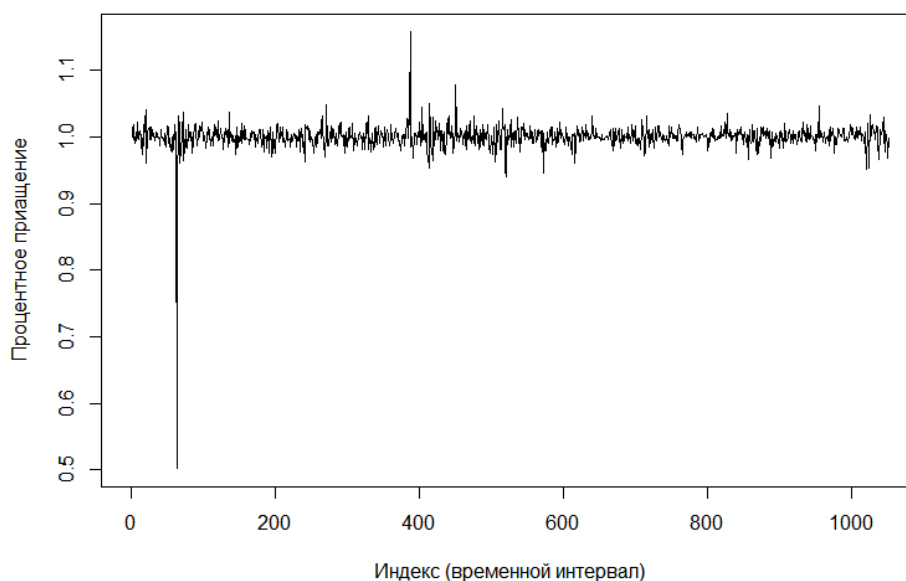


Рис.1. Ряд процентных приращений значений ряда для котировок акций Google

Опытным путем было установлено, что описанная выше модель, используя ряд процентных приращений в качестве входных данных, переобучилась (рис.2)

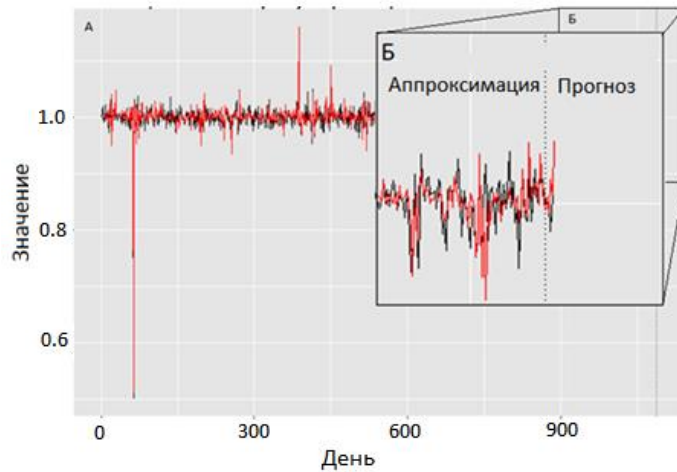


Рис.2. Аппроксимация ряда процентных приращений с помощью нейронной сети без использования регуляризации

Для решения проблемы переобучения существуют механизмы регуляризации [3], а именно L1 (Lasso Regression) и L2 (Ridge Regression) – регуляризаторы. Процесс регуляризации – это добавление некоего штрафующего коэффициента к функции оценки ошибки, который не позволяет модели переобучиться.

$$L_1 = \sum_i (y_i - y(t_i))^2 + \lambda \sum_i |w_i| \quad (2)$$

$$L_2 = \sum_i (y_i - y(t_i))^2 + \lambda \sum_i w_i^2 \quad (3)$$

Принципиальное отличие L1 (2) и L2 (3) – регуляризаторов заключается в представлении штрафующего слагаемого. Для L1– регуляризатора (2) в штрафующем слагаемом используется сумма модулей весов w_i , а для L2 (3) используется квадрат весов w_i , ввиду чего при использовании L1 – регуляризатора веса факторов (шумовых), вносящих значительный вклад в ошибку обучения, обнуляются и перестают принимать участие в процессе обучения, тогда как при использовании L2 - регуляризатора будет происходить процесс бесконечного приближение веса фактора к нулю. Принимая во внимание вышеизложенный факт, и предполагая, что переобучение происходит из-за зашумленности входных данных было решено использовать L1 – регуляризатор [3].

Экспериментально было установлено, что при использовании L1 – регуляризатора (2) с коэффициентом регуляризации $\lambda_1 > 1$ регуляризатор не оказывает влияния на целевую функцию в процессе обучения, что приводит к переобучению, аналогичному рисунку 2. На основании дальнейших поисков коэффициента регуляризации на интервале (0;1] был сделан вывод, что при использовании λ_1 в интервалах [0.5; 1] и [0.25; 0.5] также происходит переобучение, выраженное в виде усреднения ряда (рис.3)

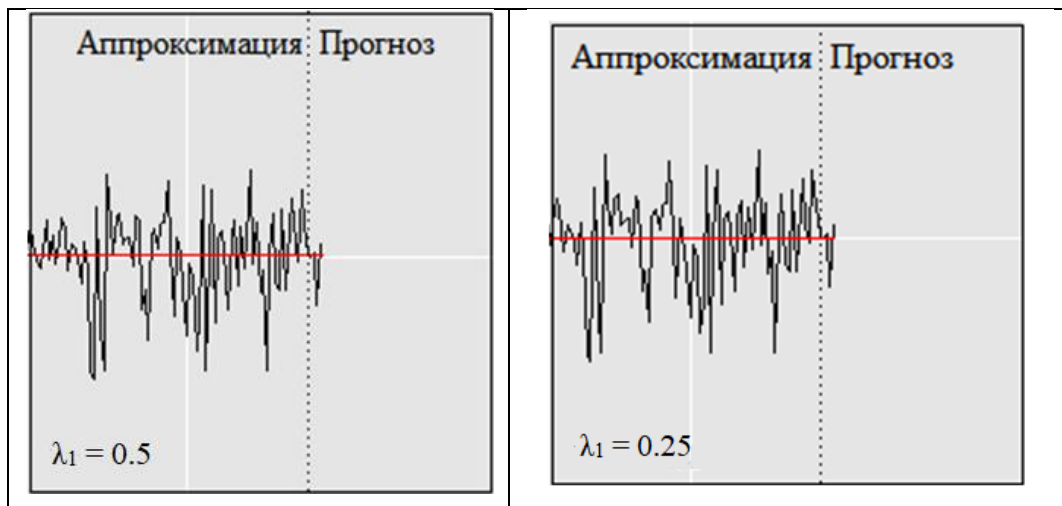


Рис.3. Использование регуляризации при обучении НС на ряде процентных приращений цены акций Google

. Предполагается, что причиной является тот факт, что малая разница между значениями ряда воспринимается как погрешность и L1 – регуляризатор обнуляет большую часть весов (рис.3).

Предполагается, что существует бесконечное множество оптимальных решений для коэффициента регуляризации $\lambda_1 \ll 1$. Без детерминированного алгоритма поиска нахождение коэффициента для L1 – регуляризатора эмпирически является достаточно сложной задачей. Также было установлено, что данная закономерность имеет место для L2 – регуляризатора.

В качестве решения данной проблемы было предложено использование в качестве целевой функции обучения функцию ошибки Хьюбера (4) вместо функции квадрата невязки. Данная функция задана кусочно:

$$L_\delta(y, f(x)) = \begin{cases} \frac{1}{2}(y - f(x))^2, & \text{для } |y - f(x)| \leq \delta \\ \delta|y - f(x)| - \frac{1}{2}\delta^2, & \text{в противном случае,} \end{cases} \quad (4)$$

где δ – коэффициент оценки ошибки.

Таким образом, данная функция оценки ошибки является линейной для больших значений ошибки и квадратичной – для малых. Она может рассматриваться как адаптивный регуляризатор [4]. Коэффициент δ оценки ошибки функции Хьюбера имеет другой смысл по сравнению с коэффициентом регуляризации, так как он показывает значение функции, при котором ошибка будет оценена как линейная или как квадратичная, а не степень штрафа уже оцененной ошибки [4]. Данный подход позволяет решить задачу регуляризации и избежать переобучения при работе с рядом процентных приращений в реальном времени (рис.4)

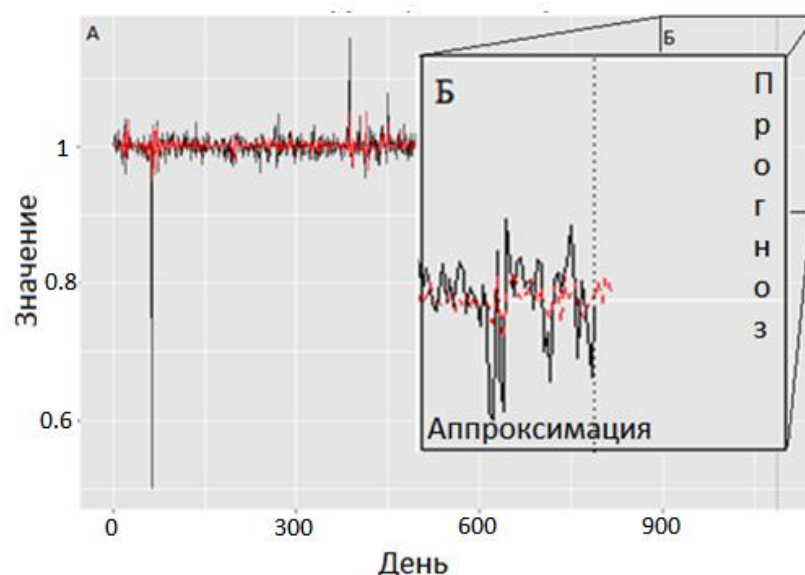


Рис.4. Применение функции оценки ошибки Хьюбера при обучении НС с использованием ряда процентных приращений

Учитывая результаты, приведенные в статье [4], на основании полученных данных был проведен опыт с оригинальной моделью, описанной выше, с L2 – регуляризатором и модифицированной, с замененной целевой функции обучения на функцию Хьюбера, с целью апробации и сравнения результатов обучения нейронной сети для оценки применимости функции Хьюбера в качестве целевой функции с адаптивной регуляризацией при работе с временными рядами имеющими низкое СКО. Был проведен эксперимент с повторным обучением в количестве 10 итераций. В качестве оценочного признака рассматривалось поведение ошибки в процессе итеративного обучения результаты которой расположены в таблице 1.

Таблица 1 Результаты оценки ошибки эксперимента с итеративным обучением

Итерация	Ошибка при использовании функции Хьюбера	Ошибка при функции квадрата невязки
1	0,1	0,35
2	0,12	0,37
3	0,14	1,06
4	0,11	1
5	0,12	0,38
6	0,18	1,11
7	0,19	0,38
8	0,1	0,33

9	0.18	0.36
10	0.12	0.3

Согласно результатам, модель, обученная с использованием функции Хьюбера, менее подвержена воздействию локальных минимумов, так как коэффициент оценки ошибки δ позволяет динамически менять шаг обучения.

Так же была оценена разница двух моделей на примере среднего отклонения от эталонных значений. Средняя разница между эталонным значением и аппроксимированным значением модели с функцией Хьюбера:

$$\hat{Y} - y_H = -0,00396$$

Средняя разница между эталонным значением и аппроксимированным значением модели с функцией квадрата невязки:

$$\hat{Y} - y_Q = -0,00482$$

Что говорит о лучшей степени аппроксимации со стороны модели в которой использовалась функция оценки Хьюбера в качестве целевой функции оценки ошибки.

Список литературы

1. Подвальный Е.С, Маслбойщиков Е.В Особенности использования нейросетевого прогнозирования финансовых временных рядов. // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2011. – №10. – Том 7.– С. 26 – 27.
2. Ежов А.А, Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применение в экономике и бизнесе. / А.А Ежов, С.А Шумский – М.: МИФИ, 1998. – 224 с.
3. Bernhard Schölkopf, Alexander J. Smola Learning with Kernels. Support Vector Machines, Regularization, Optimization, and Beyond. — MIT Press, Cambridge, MA, 2002
4. J Cavazza, V Murino -. Active Regression with Adaptive Huber Loss. Computer Vision and Pattern Recognition – arXiv preprint: arXiv№1606.01568.

НЕЙРОСЕТЕВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КЛЕЙМА ЗАГОТОВОК СПЦ-1 АО «ОЭМК»
NEURAL NETWORK IDENTIFICATION MARKS OF THE WORKPIECE SPC-1 JSC
«ОЭМК»

Зорин И. С., Полещенко Д. А.

Zorin I. S., Poleshchenko D. A.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

strax.zorin@yandex.ru, po-dima@yandex.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42, 8(4725)451215

***Аннотация.** Данная статья посвящена разработке алгоритма распознавания кода, выбитого на металлической заготовке клеймовочной машиной. В основу алгоритма положена разработанная сверточная нейронная сеть глубокого обучения. Сеть была обучена с помощью метода обратного распространения ошибки. В статье проведен анализ эффективности распознавания цифр кода заготовки свёрточной нейронной сетью глубокого обучения. Также в результате моделирования выбрана архитектура нейронной сети, которая эффективно распознает символы. Определено, что свёрточные сети с достаточной точностью распознают цифры на изображении, несмотря на факторы его искажающие. Для предварительной обработки символов использовался метод бинарной сегментации.*

***Abstract.** This article is devoted to the development of a code recognition algorithm, embossed on a metal workpiece by a stamping machine. The algorithm is based on the developed convolutional neural net of deep training. The network was trained using the method of back propagation of the error. The analysis of the efficiency of recognition of the digits of the blank code by a neural net of deep training is carried out in the article. Also, as a result of modeling, the neural network architecture is chosen, which effectively recognizes symbols. It is determined that the convolutional networks with sufficient accuracy recognize the figures on the image, despite the factors that distort it. To pre-process the symbols, the binary segmentation method was used.*

Ключевые слова: нейронная сеть; глубокое обучение; распознавание образов; свёрточная нейронная сеть; сегментация; бинаризация.

Key words: neural network; deep learning; pattern recognition; Convolutional neural network; segmentation; binarization.

В настоящее время на участок «Нагревательные печи и печи гомогенизации», находящиеся в СПЦ-1, приходят заготовки с участка «Склад для непрерывнолитых заготовок». На заготовке клеймовочной машинной выбит девятизначный код, содержащий в себе информацию о ней.

Оператор считывает код заготовки с монитора, на который посредством аналоговой камеры поступает изображение, и в зависимости от значения кода происходит принятие решения об отправке заготовки в печь.

Из-за того, что цифры кода заготовки порой трудно читаемы (это вызвано погрешностями клеймовочной машины и окалиной, которая образуется на заготовке) в случаях, когда идёт непрерывная подача заготовок, у оператора есть порядка 5-10 секунд чтобы считать информацию и принять решение по поводу заготовки. Обнаружение ошибки оператора после загрузки заготовки в печь приведёт к вынужденному извлечению из печи, что приведёт к срыву работы всего цеха из-за простоя. В случае если ошибка не будет обнаружена на этапе её нахождения в печи, есть риск отправки потребителю продукции с другими свойствами, что повлечёт за собой финансовые взыскания.

Исходя из этого предлагается разработать алгоритм автоматического распознавания кода заготовки для верификации его с данными базы АО «ОЭМК» на план проката и снижения риска ошибки оператора.

Классической проблемой компьютерного зрения, обработки изображений и машинного зрения является определение того, содержит ли данное изображение определенный объект, функцию или активность.

В нашем случае необходимо создать алгоритм классификации объектов на изображении.

Предложенный алгоритм имеет три этапа:

1. Сегментация – на этом этапе происходит выделение символов на изображении. Это необходимо для приведения изображения к виду, удобному для анализа и дальнейшей локализации.

2. Локализация – на этом этапе происходит определения места расположения искомым объектов на изображении для их дальнейшей классификации.

3. Классификация – на этом этапе система принимает решение о том, к какому из заранее известных классов отнести выделенный на этапе локализации элемент.

В качестве алгоритма сегментации был выбран метод пороговой бинаризации.

Метод пороговой бинаризации - один из широко используемых методов сегментации изображений [1]. Преимущество двоичного изображения заключается в том, что это уменьшает сложность данных и упрощает процесс локализации и классификации. Реализация данного метода в работе производилась по зависимости (1) [2].

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases} \quad (1)$$

Где g – интенсивность яркости пикселя, а x, y - координаты пикселя на изображении.

На вход алгоритма поступало исходное изображение, представленное на рисунке 1. Результатом работы метода бинаризации получилось изображение, представленное на рисунке 2.

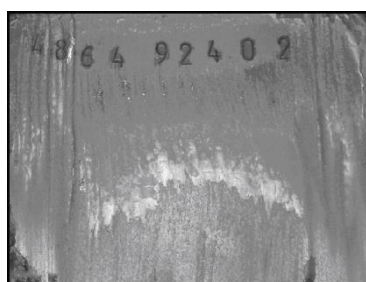


Рис.1 Исходное изображение

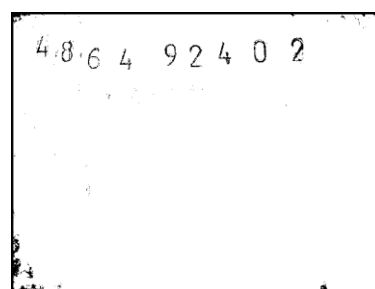


Рис.2 Обработанное изображение

Алгоритм достаточно хорошо выделил требуемые объекты. Так же алгоритм имеет высокую скорость обработки изображения, которая составила 0,03 сек.

Обнаружение объекта с помощью скользящего окна является популярным методом идентификации и локализации объектов в изображении. Вырезка изображений может быть выполнена путем перемещения окна по изображению и прогнозирования вероятности нахождения искомого объекта для каждого окна. [3]

Решение о наличии искомого объекта было выполнено с помощью классификатора. Движение окна должно быть равномерным по всей плоскости изображения [4].

Задача классификатора заключается в принятии решения, является ли фрагмент изображения, выделенный скользящим окном, изображением нужного нам объекта. В качестве классификации сегмента был разработан алгоритм на основе фотометрических признаков. Для каждой области был рассчитан набор числовых характеристик для сравнения их с допусками, представленными в таблице 1.

Таблица 1.

Критерий	Допуск
Концентрация пикселей	0.04 – 0.4
Концентрация пикселей в верхней части изображения	0.02 – 0.4

Концентрация пикселей в нижней части изображения	0.02 – 0.4
Концентрация пикселей в левой части изображения	0.02 – 0.4
Концентрация пикселей в правой части изображения	0.02 – 0.4
Концентрация пикселей в рамке изображения	0 – 0.02

Если вырезанный сегмент удовлетворяет всем допускам, то считалось, что искомый объект содержится в окне.

Задача классификации изображений – это задача суть, которой в присвоении входному изображению одной метки из фиксированного набора категорий. Это одна из основных проблем в компьютерном зрении, которая, несмотря на свою простоту, имеет большое разнообразие практических ограничений [5].

В качестве классификатора была рассмотрена свёрточная нейронная сеть глубокого обучения.

Свёрточная нейронная сеть состоит из одного или нескольких сверточных слоев с шагом подвыборки, после которых следует один или несколько полносвязных слоев, как и в стандартной многослойной нейронной сети. Архитектура свёрточной нейронной сети предназначена для использования двумерной структуры входного изображения.

Это достигается с помощью локальных соединений и связанных весов, за которыми следует некоторая форма объединения, что приводит к инвариантным функциям перевода. Еще одно преимущество свёрточной нейронной сети заключается в том, что их легче обучать, чем обычные нейронные сети с таким же количеством скрытых слоёв [6,7].

Достоинства данного типа нейронной сети:

- 1) Малое количество параметров обучения и увеличение скорости обучения по сравнению с полносвязной нейронной сетью.
- 2) Возможность распараллеливать вычисления и внедрять алгоритмы обучения на графических процессорах.
- 3) Устойчивость к смещению положения объекта в входном изображении. Во время процедуры обучения свёрточная сеть сдвигается по частям объекта. Таким образом улучшается качество классификации [7].

Было рассмотрено несколько архитектур свёрточной сети глубокого обучения с одним, двумя и тремя свёрточными слоями. Наилучший результат работы показа

нейронная сеть с двумя свёрточными слоями, структура которой представлена на рисунке 3.

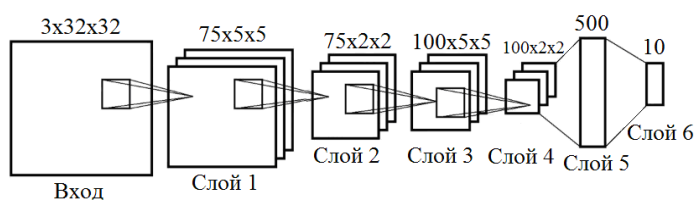


Рис.3 Архитектура свёрточной нейронной сети

Обучение и тестирование нейронной сети производилось с использованием базы данных цифр SVHN(Street View House Number). График процесса обучения сети показан на рисунке 4.

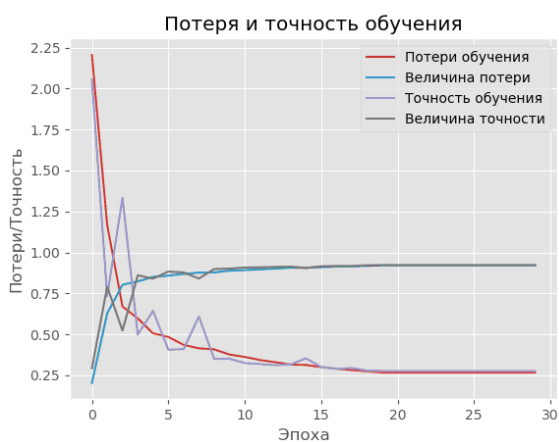


Рис.4 Процесс обучения

Время обучения: 4753 сек., точность обучения: 92.03%

Тестирование разработанного алгоритма производилось на примерах, предоставленных с производства. На вход алгоритма подавались изображения клейма, представленные на рисунке 5.

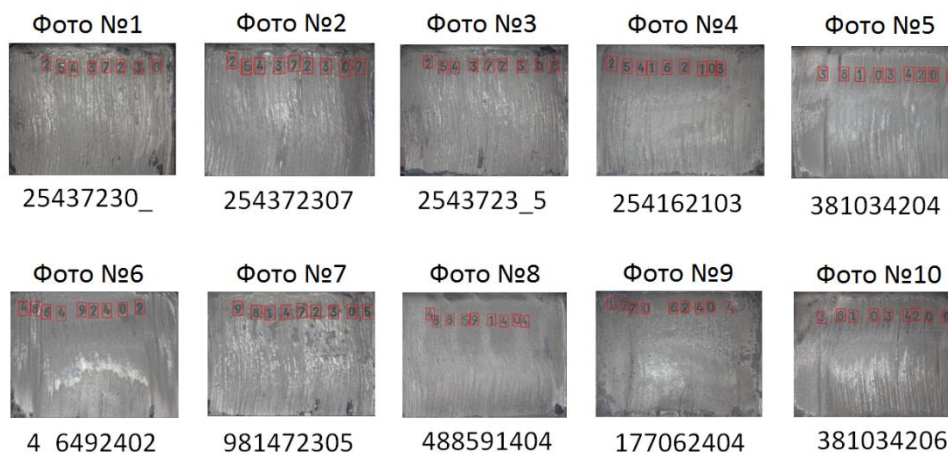


Рис.5 Фото клейма

На фотографии №3 и №6 алгоритм некорректно распознал по одному из девяти символов, на фотографии №1 не удалось локализовать один из символов. На остальных

изображениях алгоритм отработал безошибочно. Таким образом, из 90 цифр удалось распознать 87, что составляет 97 % точности.

В этой статье был предложен алгоритм автоматического распознавания изображения клейма заготовки для верификации с данными базы АО «ОЭМК» на план проката.

Алгоритм безошибочно отработал на 70% изображений. Ошибки алгоритма обусловлены неточностью работы клеймовочной машины, которая выбивает код, и сильным искажением цифр окалиной, которая образуется на заготовках. Перспективным способом уменьшения ошибки алгоритма является тонкая настройка свёрточной нейронной сети глубокого обучения на вырезанных вручную сегментах клейма. Данный способ не был осуществлён из-за малого количества изображений предоставленных производством.

Список литературы

1. Wan Azani Mustafa, Mohamed Mydin, «Binarization of Document Image Using Optimum Threshold Modification», 2018.
2. Hafizan Mat Som , Jasni Mohamad Zain «Application of threshold techniques for readability improvement of jawi historical manuscript images», 2011.
3. Yongping Xing, Chuangbai Xiao «A convolutional neural network for aspect sentiment classification», 2014.
4. Patrice Y. Simard, Dave Steinkraus, «Best Practices for Convolutional Neural Networks Applied to Visual Document Analysis», 2003.
5. Eder Santana, «Udemy - Deep Learning with Python», 2014.
6. Haykin S. «Neural networks: full course. 2nd ed.», 2006.- 229s.
7. Yoon Kim, «Convolutional Neural Networks for Sentence Classification», 2014.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ
ФАКТОРА СЕЗОННОСТИ**
**COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS OF FORECASTING OF SEASONAL
FACTORS**

Кривоносов В. А., Козырь О. Ф.

Krivososov V. A., Kozyr O. F.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

krivososov_v_a@mail.ru, kozyr_o@mail.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация:** Проводится сравнительный анализ наиболее распространенных методов прогнозирования, возможных для использования в автоматизированных системах управления спортивно-оздоровительным учреждением. Предложен вариант реализации подобных систем.*

***Abstract:** A comparative analysis of the most common methods of forecasting, possible for use in automated control systems of sports and health institution. The variant of realization of similar systems is offered.*

Ключевые слова: автоматизированная система управления спортивно-оздоровительным учреждением; автоматизированная информационная система; методы прогнозирования количества посетителей спортивно-оздоровительного учреждения; метод сезонных колебаний; метод сезонной компоненты; ряды Фурье.

Keywords: automated system of management of sports and health institution; automated information system; methods of forecasting the number of visitors of sports and health institution; method of seasonal fluctuations; method of seasonal components; Fourier series.

Одной из важных социальных задач любого предприятия является обеспечение условий для поддержания здоровья своих работников, для их активного отдыха и пропаганды здорового образа жизни. Поэтому многие горно-металлургические предприятия содержат различные базы отдыха и спортивно-оздоровительные учреждения, что часто нерентабельно из-за сложностей планирования их деятельности. Трудности в планировании в основном заключаются в том, что количество посетителей спортивно-

оздоровительных учреждений зависит от времени года. Так в летний период наплыв посетителей значительно превышает, например, осенний.

Одним из действенных вариантов улучшения эффективности работы спортивно-оздоровительных учреждений является использование информационных систем, автоматизирующих функции накопления фактических данных о количестве посетителей и прогноза посещаемости на планируемые периоды времени. Это позволит обоснованно планировать штат сотрудников, а также количество ресурсов, необходимых для обеспечения жизни, оздоровления, отдыха и организации досуга посетителей.

Для начала выберем метод прогнозирования, который, так или иначе, учитывал фактор сезонности, являющийся основополагающим. Проведем сравнительный анализ таких трех популярных методов, как метод сезонных колебаний, метод сезонной компоненты и ряды Фурье [1, 2]. Результаты сравнения оформим с помощью программы MS Excel, имеющей все необходимые для этого инструменты.

В качестве исходной информации возьмем данные о посещаемости одной из баз отдыха ОАО ОЭМК за последние пять лет, которые представлены в таблице 1. Сделаем прогноз на 2017 года по данным за 2013-й, 2014-й, 2015-й и 2016-й годы, а затем сравним его с уже имеющимися фактическими ежемесячными значениями за этот год.

Таблица 1 – Фактическое количество посетителей базы отдыха за 2013 – 2017 годы

Период	2013	2014	2015	2016	2017
Январь	367	402	412	417	395
Февраль	54	57	52	63	56
Март	226	212	232	246	281
Апрель	351	338	336	341	330
Май	218	195	203	214	235
Июнь	495	489	497	506	587
Июль	382	402	354	371	383
Август	602	607	603	598	626
Сентябрь	67	71	72	79	65
Октябрь	46	40	46	42	38
Ноябрь	71	73	82	75	79
Декабрь	139	151	152	148	125
Итого	3018	3037	3041	3100	3200

Построим линию тренда методом сезонных колебаний и рассчитаем необходимые промежуточные показатели, для которых будем использовать следующие формулы (1)-(3):

$$V_{\text{тренд.}} = 42,7 \cdot x + 2951,1 \quad (1)$$

$$JS = \frac{V_{\text{ср.мес.}}}{V_{\text{ср.год.}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

$$V_{\text{прогн.}} = \frac{V_{\text{тренд.}} \cdot JS}{12 \cdot 100\%}, \quad (3)$$

где $V_{\text{ср.мес}}$ - среднестатистическое количество посетителей за указанный месяц, $V_{\text{ср.год}}$ – среднестатистическое количество посетителей за месяц, x - номер каждого года по

нарастающую от 1, $V_{фактич.}$ – фактическое количество посетителей за год, $V_{тренд.}$ – трендовое количество посетителей за год, JS – индекс сезонности.

Расчет прогнозируемых значений на 2017 год методом сезонных колебаний представим в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет прогноза на 2017 год методом сезонных колебаний

Год	2013	2014	2015	2016	2017			
Значения X	1	2	3	4	5			
$V_{фактич.}$	3018	3037	3041	3100	3200			
$V_{тренд.}$	2993,8	3036,5	3079,2	3121,9	3164,6			
Месяц	Кол-во посетителей				Расчетные графы			Прогноз на 2017 г.
	2013	2014	2015	2016	Сумма	Уср.мес.	JS, %	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Январь	367	402	412	417	1598	399,5	1,572319	414,65
Февраль	54	57	52	63	226	56,5	0,222368	58,64
Март	226	212	232	246	916	229	0,901279	237,68
Апрель	351	338	336	341	1366	341,5	1,344047	354,45
Май	218	195	203	214	830	207,5	0,816661	215,37
Июнь	495	489	497	506	1987	496,75	1,955067	515,58
Июль	382	402	354	371	1509	377,25	1,484749	391,55
Август	602	607	603	598	2410	602,5	2,371269	625,34
Сентябрь	67	71	72	79	289	72,25	0,284356	74,99
Октябрь	46	40	46	42	174	43,5	0,171204	45,15
Ноябрь	71	73	82	75	301	75,25	0,296163	78,10
Декабрь	139	151	152	148	590	147,5	0,580518	153,09
Итого	3018	3037	3041	3100	Уср.год.:	254,0833	Утр.2017.:	3164,6

В таблицах 3 и 4 представлен расчет прогноза методом сезонной компоненты. Как видно на рисунке 1, чем выше степень используемого для прогноза полинома, тем точнее линия тренда. Однако, данный метод достаточно трудоемкий.

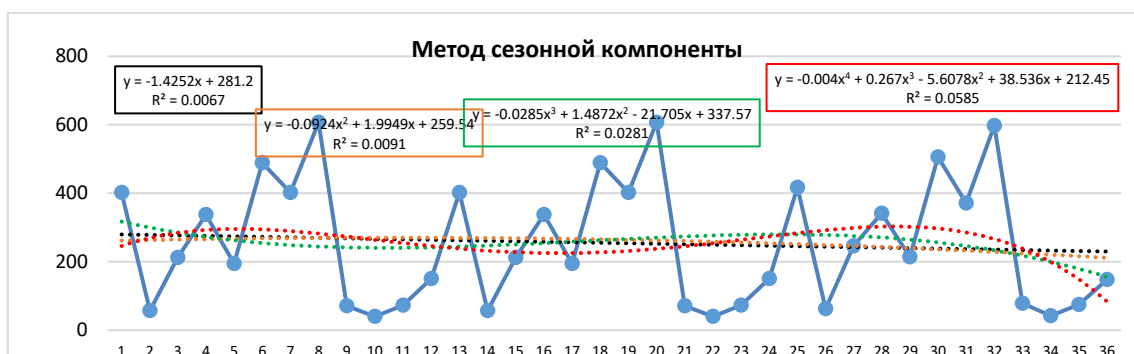


Рисунок 1 – Выбор модели тренда

Таблица 3 - Выбор линии тренда

Месяц	Факт. Кол-во	Полном 1-с			Склонение			Полном 2-с			Склонение			Полном 3-с			Склонение			Полном 4-с			Склонение							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	402	279,7748	122,2252	14939	261,443	140,5575	19756,4	317,324	84,6763	7170,08	245,641	156,359	24448,1																	
2	57	278,3496	-221,3496	48995,6	263,16	-206,1602	42502	299,881	-242,88	58991,1	289,163	-212,16	45013,1																	
3	212	276,9244	-64,9244	4215,18	264,693	-52,6931	2776,56	285,007	-73,007	5339,27	284,473	-72,473	5252,31																	
4	338	275,4992	62,5008	3906,35	266,041	71,9588	5178,07	272,721	65,2788	4261,32	292,838	45,0668	2031,02																	
5	195	274,074	-79,074	6252,7	267,205	-72,2045	5213,49	262,663	-67,663	4578,21	295,81	-100,81	10162,7																	
6	489	272,6488	216,3512	46807,8	268,183	220,817	48765,1	254,723	234,277	54885,6	294,273	194,727	37918,5																	
7	402	271,2236	130,7764	17102,5	269,977	139,0233	17695,2	248,732	155,268	23491	289,397	112,603	12679,5																	
8	607	269,7984	337,2016	113705	269,586	337,4144	113848	244,519	362,481	131393	282,159	324,841	105522																	
9	71	268,3732	-197,3732	38956,2	270,01	-199,0097	39604,9	241,912	-170,91	29210,8	273,441	-202,44	40982,4																	
10	40	266,948	-226,948	51505,4	270,249	-230,249	53014,6	240,74	-200,74	40296,5	264,03	-224,03	50189,4																	
11	73	265,5228	-192,5228	37065	270,304	-197,3035	38928,7	240,833	-167,83	28167,8	254,615	-181,62	32984,1																	
12	151	264,0976	-119,0976	12791,1	270,179	-119,1732	14202,3	242,019	-91,019	8284,42	245,791	-94,791	8985,3																	
13	492	262,6724	139,3276	19412,2	269,958	132,1419	17461,5	244,127	187,873	24923,8	238,055	153,945	26878																	
14	57	261,2472	-204,2472	41716,9	269,358	-212,3582	45096	246,987	-189,99	36095,1	231,809	-174,81	30558,3																	
15	212	259,822	-47,822	2286,94	268,674	-56,6735	3211,89	250,428	-88,428	1476,67	227,36	-15,36	235,93																	
16	338	258,3968	79,6032	6336,67	267,804	70,196	4927,48	254,277	83,228	7009,51	224,917	113,083	12787,7																	
17	195	256,9716	-61,9716	3840,48	266,75	-71,7497	5148,02	258,365	-63,365	4015,16	224,595	-29,595	875,852																	
18	489	255,5464	233,4536	54500,6	265,911	223,4894	49947,5	262,521	226,479	51292,8	226,411	262,589	6893,1																	
19	402	254,1212	147,8788	21868,1	264,087	137,9133	19020,1	266,573	135,427	18340,6	230,287	171,713	29485,3																	
20	607	252,696	354,304	125531	262,478	344,522	118695	270,35	336,65	113333	236,05	370,95	137604																	
21	71	251,2708	-180,2708	32497,6	260,685	-189,6845	35980,2	273,682	-202,68	41079,9	243,429	-172,43	29731,8																	
22	40	249,8456	-209,8456	44035,2	258,706	-218,7062	47832,4	276,397	-236,4	55883,4	252,059	-212,06	44968,9																	
23	73	248,4204	-175,4204	30772,3	256,543	-183,5431	33688,1	278,324	-205,32	42158,1	261,477	-188,48	35523,5																	
24	151	246,9952	-95,9952	9215,08	254,195	-103,1952	10649,2	279,293	-128,29	16459,1	271,125	-120,13	14430,1																	
25	417	245,57	171,43	29388,2	251,663	165,3375	27336,5	279,133	137,868	19007,4	280,35	136,65	18673,2																	
26	63	244,1448	-181,1448	32813,4	248,945	-185,945	34575,5	277,671	-214,67	46083,7	288,401	-225,4	50805,7																	
27	245	242,7196	3,2804	10,761	246,043	-0,0427	0,00152	274,738	-28,738	825,89	294,433	-48,433	2345,74																	
28	341	241,2944	99,7056	9941,21	242,956	98,0444	9612,7	270,163	70,8372	5017,91	292,503	43,4972	1892,01																	
29	214	239,8692	-25,8692	669,216	239,684	-28,6837	659,652	263,774	-49,774	247,42	297,573	-82,573	6818,33																	
30	506	238,444	267,556	71586,2	236,227	269,773	72777,5	255,4	250,6	62800,4	290,51	215,49	46435,9																	
31	371	237,0188	139,9812	17951	232,586	139,4145	19158,6	244,871	126,129	15908,6	278,083	92,9168	8639,53																	
32	593	235,5936	362,4064	131338	228,759	369,2408	136339	232,015	365,985	135945	257,967	340,039	115629																	
33	79	234,1684	-155,1684	24077,2	224,748	-145,7481	21242,5	216,661	-137,66	18950,6	228,739	-149,74	24217,1																	
34	42	232,7432	-190,7432	36383	220,552	-178,5522	31880,9	198,639	-156,64	24355,8	188,881	-146,88	25174,1																	
35	75	231,318	-156,318	24435,3	216,172	-141,1715	19929,4	177,778	-102,78	10563,2	136,78	-61,78	3816,77																	
36	148	229,8928	-81,8928	6706,43	211,606	-69,606	4045,72	159,905	-5,9052	34,8714	70,7252	7,2748	5971,39																	

Таблица 4 – Расчет прогноза методом сезонной компоненты

Месяцы	Факт. Кол-во за предыд. Год(2016)	№ месяца	Значение модели с сезонной компонентой		Прогноз на 2017 год
			3	4	
Январь	417	1	3	4	423,8551
Февраль	63	2	38	39	75,4639
Март	246	3	39	40	240,1980333
Апрель	341	4	40	41	355,9055
Май	214	5	41	42	216,7676333
Июнь	506	6	42	43	505,9657667
Июль	371	7	43	44	395,0145667
Август	598	8	44	45	594,4287
Сентябрь	79	9	45	46	45,05616667
Октябрь	42	10	46	47	-1,4,2550333
Ноябрь	75	11	47	48	-15,9902333
Декабрь	148	12	48	49	16,0319
Итого					2838,442

Проведем расчет прогнозируемого значения посещения методом рядов Фурье и основные расчеты представим в таблицах 5, 6 и 7.

Таблица 5 – Ряд Фурье с учетом второй гармоники ряда

Месяц	2016 г. (Vi)	t _i		Vi * cos t _i		Vi * sin t _i		V1(t)	Отклонение	Квадрат отклонения
		3	4	5	6	7	8			
Январь	417	0	1	0	417	0	139,4405	277,5595	77039,26	
Февраль	63	0,524	0,865825	0,500347	54,546957	31,5218881	195,0484	-132,048	17436,78	
Март	246	1,047	0,500171	0,865927	123,04208	213,017946	267,4962	-21,4962	462,0867	
Апрель	341	1,571	-0,00002	-0,866223	-340,999993	337,6132	3,388765	11,47018	129,159	
Май	214	2,094	-0,49966	0,866223	-106,92677	185,371698	398,3921	-172,392	29719,05	
Июнь	506	2,618	-0,86603	0,499995	-438,2104	252,997317	400,9253	105,0747	11040,69	
Июль	371	3,142	-1	-0,00041	-370,99997	-0,15112551	377,1938	-6,19384	38,36367	
Август	598	3,665	-0,86612	-0,49983	-517,94042	-298,900857	321,6942	276,3058	76344,9	
Сентябрь	79	4,189	-0,49982	-0,86613	-39,485646	-68,4242923	249,1124	-170,112	28938,22	
Октябрь	42	4,712	-0,00039	-1	-0,0163372	-41,9999968	179,1239	-137,124	18802,96	
Ноябрь	75	5,236	0,500011	-0,86602	37,500795	-64,9514461	130,2487	-55,2487	3052,421	
Декабрь	148	5,76	0,866232	-0,49964	128,20235	-73,9469987	115,7451	32,25489	1040,378	
Итого	3100				-713,35681	475,534127			263926,6	
Параметры										
a	258,3333									
b1	-118,893									
d1	79,25569									

Таблица 6 – Ряд Фурье с учетом второй гармоники ряда

Месяц	2016 г. (Vi)	t _i		Vi * cos t _i		Vi * sin t _i		V2(t)	Отклонение	Квадрат отклонения
		3	4	5	6	7	8			
Январь	417	0	1	0	417	0	263,3886	151,6114	22086,63	
Февраль	63	0,524	0,499305	0,866426	31,456209	54,58486	263,3528	-200,353	40141,23	
Март	246	1,047	-0,49966	0,866223	-122,91582	213,09083	209,5839	36,0161	1297,159	
Апрель	341	1,571	-1	-0,00041	-340,99997	-0,13890512	211,6646	129,3354	16727,64	
Май	214	2,094	-0,50068	-0,86563	-107,14641	-185,244827	317,919	-103,919	10799,16	
Июнь	506	2,618	0,500011	-0,86602	253,00537	-438,205757	458,4833	47,51668	2257,835	
Июль	371	3,142	-1	0,000815	-370,99988	0,302251	370,145	-132,145	17488,29	
Август	598	3,665	0,500332	0,865824	299,19825	517,765679	390,1242	207,8758	43212,26	
Сентябрь	79	4,189	-0,50036	0,865816	-39,528703	68,3994271	191,5087	-112,509	12658,2	
Октябрь	42	4,712	-1	0,000778	-41,999987	0,03267435	53,18274	-11,1827	125,0337	
Ноябрь	75	5,236	-0,49998	-0,86604	-37,498409	-64,9528236	61,88189	13,18811	172,61	
Декабрь	148	5,76	0,500716	-0,86561	74,105965	-128,110523	173,3945	-25,3945	644,8813	
Итого	3100				755,67637	37,5288871			168485	
Параметры										
a	258,3333									
b1	-118,893									
d1	79,25569									
b2	125,9461									
d2	6,254315									

Сведем полученные результаты в таблицу 8 для анализа. Наименьший квадрат отклонений дает метод сезонных колебаний, следовательно, он наиболее предпочтителен. Это также подтверждает и рисунок 2, на котором видно, что прогнозируемое значение лишь незначительно отличается от фактического.

Таблица 7 - Корректировка прогноза

Месяц	t_i	d_i	$V_1(t)$	$V_2(t)$	$V_1'(t)$	$V_2'(t)$
1	2	3	4	5	6	7
Январь	0	0	139,4405	265,3866	139,44053	265,386592
Февраль	0,524	0,647456	195,0484	263,3528	195,69584	264,00023
Март	1,047	1,293677	267,4962	209,9839	268,78988	211,277579
Апрель	1,571	1,941134	337,6132	211,6646	339,55437	213,60577
Май	2,094	2,587355	386,3921	317,919	388,97949	320,506371
Июнь	2,618	3,234811	400,9253	458,4833	404,16012	461,718128
Июль	3,142	3,882267	377,1938	503,145	381,07611	507,027223
Август	3,665	4,529488	321,6942	390,1242	326,22268	394,652665
Сентябрь	4,189	5,175945	249,1124	191,5087	254,28833	196,684617
Октябрь	4,712	5,822166	179,1239	53,18274	184,94606	59,0049069
Ноябрь	5,236	6,469622	130,2487	61,86189	136,71834	68,3315086
Декабрь	5,76	7,117079	115,7451	173,3945	122,86219	180,511591
Итого	34,558	42,7	3100,034	3100,007	3142,7339	3142,70718

Таблица 8 – Сводный анализ методов прогнозирования

Месяц	Фактическое кол-во посетителей за 2017г.	Метод сезонных колебаний			Метод сезонной компоненты			Ряд Фурье с 1-ой гармоникой			Ряд Фурье со 2-ой гармоникой		
		Прогнозируемо	Отклонение	Квадрат отклонений	Прогнозируемо	Отклонение	Квадрат отклонений	Прогнозируемо	Отклонение	Квадрат отклонений	Прогнозируемо	Отклонение	Квадрат отклонений
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Январь	395	414,6467	-19,6467	385,9917	421,7986	-26,7986	7181,634	139,4405	255,5595	65310,64	265,3866	129,6134	16799,64
Февраль	56	58,64214	-2,64214	6,98093	71,72473	-15,7247	247,2671	195,6958	-139,696	19514,93	264,0002	-208	43264,1
Март	281	237,6823	43,31768	1876,421	241,9386	39,06138	1525,791	268,7899	12,21012	149,087	211,2776	69,72242	4861,216
Апрель	330	354,4477	-24,4477	597,6878	351,4339	-21,4339	459,4099	339,5544	-9,55437	91,28596	213,6058	116,3942	13547,62
Май	235	215,3672	19,63283	385,448	215,9373	19,06266	363,3849	388,9795	-153,979	23709,68	320,5064	-85,5064	7311,339
Июнь	587	515,5838	71,41619	5100,272	505,976	81,02396	6564,883	404,1601	182,8399	33430,42	461,7181	125,2819	15695,55
Июль	383	391,5531	-8,55308	73,15523	387,8102	-4,8102	23,13799	381,0761	1,923892	3,701359	507,0272	-124,027	15382,75
Август	626	625,3432	0,656773	0,43135	595,5001	30,49991	930,2445	326,2227	299,7773	89866,44	394,6527	231,3473	53521,59
Сентябрь	65	74,98929	-9,98929	99,78595	55,23932	9,760683	95,27094	254,2883	-189,288	35830,07	196,6846	-131,685	17340,84
Октябрь	38	45,14926	-7,14926	51,11195	2,621477	35,37852	1251,64	184,9461	-146,946	21593,15	59,00491	-21,0049	441,2061
Ноябрь	79	78,10303	0,896966	0,804548	11,30684	67,69316	4582,364	136,7183	-57,7183	3331,407	68,33151	10,66849	113,8167
Декабрь	125	153,0923	-28,0923	789,1787	55,62233	69,37767	4813,261	122,8622	2,137807	4,570217	180,5116	-55,5116	3081,537
Итого	3200	3164,6	35,4	9367,269	2916,909	283,0906	21574,82	3142,734	57,26605	292835,4	3142,707	57,29282	191361,2

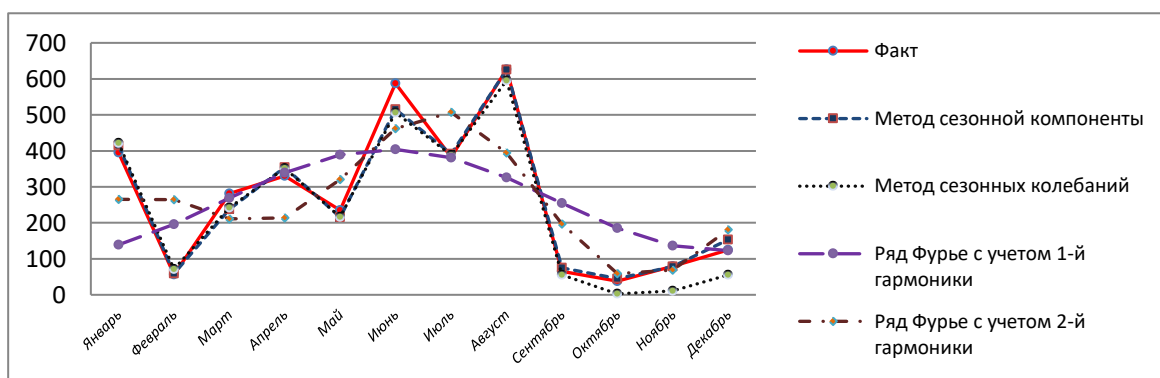


Рисунок 2 – Сравнительный анализ прогнозов

Выбранный метод прогнозирования легко может быть выполнен средствами MS Excel, а рутинные операции, такие как перенос статистических данных из базы данных в табличный процессор, передача отчета с результатами прогноза в бухгалтерию и т.п., можно делегировать автономным сценариям [3, 4], что значительно упростит работу пользователей информационной системы.

Список литературы

1. Слуцкий Л.Н. Курс МБА по прогнозированию в бизнесе./ М.: Альпина Бизнес Букс, -2006.

2. Егорова Н. Е., Мудунов А. С. Применение моделей и методов прогнозирования спроса на продукцию организаций сферы услуг/ М.: ЦЭМИ, - 2000.

3. Козырь О.Ф. Применение автономных сценариев для управления информационными ресурсами горно-металлургических предприятий // В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. - 2014. - С. 232-236.

4. Филатов В.А., Кривоносов В.А. Адаптивные автономные сценарии в задачах управления информационными ресурсами предприятия// Филатов В.А., Кривоносов В.А., Козырь О.Ф./Инженерный вестник Дона. – 2013. - № 3 (26). - С. 31.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ
И ОБЖИГА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ В КОНВЕЙЕРНОЙ ОБЖИГОВОЙ
МАШИНЕ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И НАБЛЮДАТЕЛЕЙ
СОСТОЯНИЯ**

**IMPROVING THE EFFICIENCY OF CONTROL THE DRYING AND
ROASTING PROCESS OF IRON ORE PELLETS IN THE ROASTING MACHINE ON
THE BASIS OF MATHEMATICAL MODELS AND STATE OBSERVERS**

Кривонос В. А., Козырь О. Ф.

Krivosov V. A., Kozyr O. F.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

krivosov_v_a@mail.ru, kozyr_o@mail.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42, +7(910)368 81 50

Аннотация: *Рассматриваются проблемы автоматизированного управления технологическим процессом сушки и обжига окатышей в конвейерной обжиговой машине. Эффективность управления оценивается удельными затратами природного газа на тонну окатышей при выполнении технологических ограничений во всех зонах машины. Состояние окатышей в каждой из зон оценивается наблюдателями состояния. Для оптимизации режима сушки и обжига используется поисковая процедура, основанная на математических моделях.*

Abstract: *Problems of automation control of technological process of drying and roasting of pellets in the conveyor roasting machine are considered. The control efficiency is estimated by the specific cost of natural gas per ton of pellets in the performance of technological restrictions in all areas of the machine. The condition of the pellets in each zone is assessed by the states observers. To optimize the drying and roasting mode, a search procedure based on mathematical models is used.*

Ключевые слова: Обжиговая машина; эффективность управления; технологические ограничения; наблюдатель состояния; математическая модель

Keywords: Roasting machine; efficiency of control; technological constraints; the state observer; mathematical model

Введение

Железорудные окатыши в настоящее время являются одним из основных видов сырья для производства стали на предприятиях черной металлургии. Производство окатышей ведется, в частности, на Лебединском, Стойленском и Михайловском ГОК, на АО «ОЭМК».

Сушка и упрочняющий обжиг окатышей чаще всего осуществляется в конвейерных обжиговых машинах (ОМ), которые являются технологическими агрегатами с весьма высоким потреблением энергии. При этом окатыши, загружаемые на обжиговые тележки (палеты) ОМ, последовательно проходят ряд технологических зон: три зоны сушки, зоны подогрева, обжига, рекуперации и две зоны охлаждения. В процессе термообработки окатыши сначала высушиваются, далее постепенно разогреваются до температуры обжига (около 1300 °С) и охлаждаются.

Для получения продукции высокого качества в каждой из зон ОМ необходимо обеспечить поддержание заданных технологическим регламентом параметров температурного режима. Прямое измерение температуры и влажности окатышей в ОМ отсутствует, поэтому контроль и управление технологическим процессом осуществляется по косвенным показателям - результатам измерения температур и давлений газовой среды в зонах ОМ. В условиях колебания нагрузки на ОМ система стабилизации уровня окатышей на паллетах изменяет скорость движения конвейера, что приводит к изменению времени пребывания окатышей в каждой из зон. Это, в свою очередь, меняет температуру окатышей на выходе из зоны. В таких условиях оператор вынужден устанавливать задания (уставки) локальным контурам регулирования температуры и давлений газовой среды с некоторым запасом, ориентируясь на среднюю нагрузку, чтобы минимизировать вероятность выхода температуры окатышей за регламентный диапазон при колебаниях скорости движения конвейера.

Источником тепловой энергии для термообработки окатышей является природный газ, сжигание которого производится в зонах обжига. Сушка и подогрев осуществляются за счет вторичного использования энергии высокотемпературных газов, полученных в зонах обжига, рекуперации и охлаждения. Поэтому одной из наиболее весомых статей затрат на обжиг окатышей являются затраты на природный газ, удельный расход которого на тонну обожженных окисленных окатышей является важным показателем эффективности управления технологическим процессом. При низкой нагрузке на ОМ скорость конвейера падает, а удельные затраты природного газа возрастают. Повышение эффективности контроля и управления технологическим процессом ОМ может быть достигнуто за счет косвенного контроля влажности и температуры окатышей в зонах на

основе наблюдателей состояния, а также за счет обоснованного формирования уставок локальным контурам на основе математических моделей.

1. Технологические ограничения на управление процессом сушки и обжига

1.1 Зоны сушки и подогрева. В ОМ зона сушки имеет три камеры: зоны 1а, 1б и зона 2. В зоне 1а газообразный теплоноситель пропускается через слой окатышей снизу вверх, а в зонах 1б и 2 – сверху вниз. В процессе сушки в зоне 1а верхний слой окатышей переувлажняется, размягчается, поэтому в этой зоне ограничивается перепад давления ΔP на слое окатышей, тем самым удастся избежать подпрыгивания гранул и их разрушения после падения:

$$\Delta P \leq \Delta P_{max}. \quad (1)$$

Кроме того, во всех зонах сушки и в зоне подогрева для предотвращения растрескивания гранул ограничивается температура θ_i теплоносителя и скорость V_i повышения температуры окатышей:

$$\theta_i \leq \theta_{max}^i \quad V_i \leq V_{max}. \quad (2)$$

1.2 Зона обжига. В зоне обжига ОМ реализовано несколько камер, в каждой из которых установлена пара газовых горелок. Технологический регламент обжига ограничивает нижний θ_{min}^i и верхний θ_{max}^i пределы температуры поверхностного слоя окатышей на выходе из камер, а также скорости V_i изменения температур:

$$\theta_{min}^i \leq \theta_i \leq \theta_{max}^i; \quad V_i \leq V_{max}. \quad (3)$$

1.3 Зона рекуперации. В зоне рекуперации происходит выравнивание температур окатышей по высоте слоя. При этом температура θ газообразного теплоносителя на входе в слой ограничена снизу:

$$\theta \geq \theta_{min}. \quad (4)$$

1.4 Зоны охлаждения. В двух зонах охлаждения температура гранул снижается для подготовки к выгрузке из ОМ. В этих зонах ограничивается сверху температура θ_i окатышей и скорость V_i ее изменения:

$$\theta_i \leq \theta_{max}^i; \quad V_i \leq V_{max}. \quad (5)$$

2. Критерий эффективности управления технологическим процессом

В качестве критерия эффективности управления процессами сушки и обжига на временном интервале $[t_H; t_K]$ приняты удельные затраты природного газа на 1 тонну обжигаемых окатышей:

$$I = \frac{\int_{t_H}^{t_K} F_{газ}(t)}{\int_{t_H}^{t_K} F_{окат}(t)}, \quad (6)$$

где $F_{газ}(t)$ и $F_{окат}(t)$ – суммарные расходы природного газа на все горелки и расход окатышей соответственно.

3. Процедура оптимизации режима управления

Для оптимизации режима управления используются математические модели процессов теплообмена в основных зонах ОМ [1], а также наблюдатели состояний [2.3], оценивающие средние температуры слоя окатышей на выходе из каждой камеры ОМ. Математические модели используют результаты измерения входных параметров процесса теплообмена (температура теплоносителя и перепад давления на слое, влажность окатышей, скорость движения паллет, средний размер окатышей), а также оценки температуры и влажности окатышей, полученные наблюдателями состояний по математическим моделям предыдущих зон и камер ОМ. Поисковые процедуры реализуются программно при помощи автономных сценариев [4], взаимодействующих со SCADA системой.

Для зон сушки и подогрева поисковая процедура определяет такие температуры и перепады давления газообразного теплоносителя, которые обеспечивают максимальные средние температуры окатышей на выходе каждой зоны при соблюдении ограничений (1) и (2). Это позволит уменьшить расход газа на горелки в следующих камерах зоны обжига.

В каждой камере зоны обжига находится расход газа, при котором обеспечиваются ограничения (3), а средняя температура слоя окатышей близка к θ_{min}^i .

В зонах рекуперации и охлаждения определяются расходы газовых потоков, обеспечивающих выполнение ограничений (4) и (5).

Список литературы

1. Кривоносов В.А., Пирматов Д.А. Математическая модель процесса обжига окатышей по зонам обжиговой машины для оптимизации режима // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т.6. № 5, С.128-133
2. Кривоносов В.А., Бабенков В.А. Непрерывно-дискретный наблюдатель состояния химико-технологического процесса // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2014. № 1 (303), С.128-135
3. Кривоносов В.А., Пирматов Д.А. Контроль температуры окатышей в зоне сушки обжиговой машины на основе наблюдателя состояний // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 8, С. 189-194
4. Козырь О.Ф. Повышение эффективности управления информационными ресурсами предприятий на основе автономных сценариев // Информационные системы и технологии. 2015. № 4 (90), С. 52-57

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧИ
ОТЖИГА №1 СПЦ-2 АО «ОЭМК»**

**Modernization of the automatic control system of the annealing furnace №1 SPTs-2 JSC
"ОЕМК"**

Дадаян Д. М.

Dadayan D. M.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Sary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Sary Oskol*

bombochka40@gmail.com

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены существующие недостатки печи отжига №1, располагающейся в сортопрокатном цехе №2 Оскольского электрометаллургического комбината, а также разработана система, позволяющая решить ряд технологических проблем.*

***Abstract.** In this article, the existing shortcomings of the annealing furnace No. 1 located in the rolling mill No. 2 of the Oskol Electrometallurgical Combine are considered, and a system has been developed that allows solving a number of technological problems.*

Ключевые слова: печь отжига; система регулирования; модель; температура.

Keywords: annealing furnace; regulation system; model; temperature.

Печи отжига предназначены для проведения термообработки проката с целью предупреждения образования флокенов, получения необходимой твердости металла в соответствии с требованиями НТД и для обеспечения технологичности при обточке.

В настоящее время АСУ ТП печей отжига состоит из следующих основных составных частей:

1. Промышленного контроллера SIMATIC S5-155 U.
2. Промышленного контроллера SIMATIC S5-95 F.
3. Системы визуализации COROS LS-B.
4. Промышленных регуляторов SIPART DR-24.

Система автоматического управления подачей газо – воздушной смеси, подаваемой на горелки имеет следующий вид:

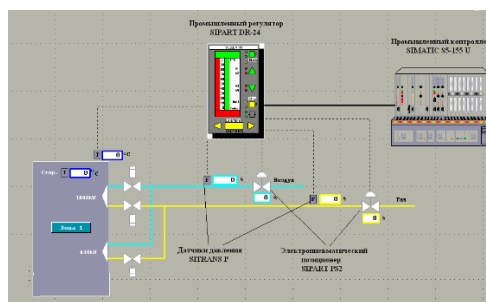


Рис 1 Система автоматического управления подачей газо – воздушной смеси на горелки.

Как показал опыт эксплуатации печей поточной термической обработки СПЦ-2, существующая АСУ ТП термических печей имеет несколько следующих недостатков:

- Трудность ведения технологического процесса, обусловленная тем, что в настоящее время расход газа и воздуха не определяется прямыми измерениями, а рассчитывается теоретически по углу открытия заслонок и давлению в газопроводах (воздухопроводах), что вносит большую погрешность в значения расхода топлива, соотношение газо-воздушной смеси и температуры рабочего пространства печи. Вследствие чего - несоответствие теплового режима работы печи и нерациональное использование природного газа.

- Управление отжигом осуществляется посредством задания уставок температур для 12-ти камер сгорания, расположенных на значительном расстоянии от рабочего пространства печи, что обуславливает большую инерционность температур рабочего пространства печи. При этом разница между температурой в камере сгорания и рабочим пространством печи может составлять от 70°С до 250°С. Большая инерционность температур рабочего пространства печи приводит к тому, что задание уставок температур камер сгорания для управления отжигом является очень трудоемким и, требующим постоянной коррекции и внимания оператора, процессом.

Автоматизированная система управления печами отжига должна обеспечивать рациональное использование энергоресурсов, поддержание высокопроизводительной работы технологического оборудования, оптимизацию технологических параметров нагрева, безопасность технологического процесса.

Поэтому необходимо:

1. Разработать систему автоматизации печей отжига на управление соотношением газо–воздушной смеси через задание уставок в каждой тепловой зоне печи. Для прямого измерения расхода газа и воздуха требуется установить расходомеры в питающие магистрали.

2. Разработать систему автоматизации АСУ ТП печей отжига на управление температурой в камерах сгорания через задание уставок тепловых зонах рабочего пространства печи.

Математическую модель системы автоматического регулирования или отдельного её контура целесообразно начинать разрабатывать с функциональной схемы, на которой изображают основные функциональные элементы системы и их взаимосвязь.

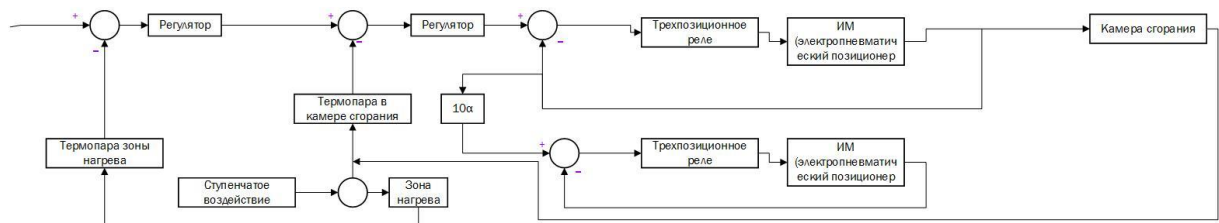


Рис. 2 Функциональная схема печи отжига

Разрабатываемая математическая модель (рис.3) представлена четырьмя контурами регулирования: расхода газа, расхода воздуха, температуры в камере сгорания, температуры в зоне нагрева.

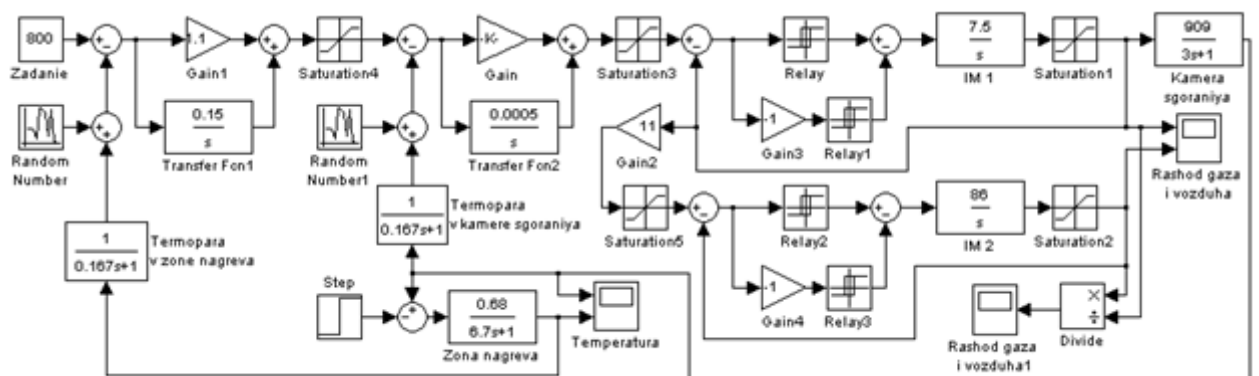


Рис. 3 Схема математической модели

Исполнительный механизм в контуре регулирования расхода природного газа (электропневматический позиционер) описывается идеальным интегрирующим звеном:

$$W_{ИМ_2}(S) = K / S \quad (1)$$

где $K=1.5/0.2=7.5$, поскольку максимальный расход газа составляет $90\text{м}^3/\text{ч} = 1.5\text{м}^3/\text{мин.}$, а время полного хода ИМ от минимального до максимального угла поворота равно 0.2мин. Таким образом, передаточная функция исполнительного устройства:

$$W_{ИМ_2}(S) = 7.5 / S \quad (2)$$

Датчик расхода газа обладает пренебрежимо малой инерционностью, поэтому в математической модели его влияние на переходной процесс не учитывается.

В качестве регулятора в контуре регулирования расхода природного газа используется 3-позиционное реле, выход которого принимает одно из 3 значений: 1 – открыть задвижку, -1 – закрыть, 0 – не изменять ее положение.

Исполнительный механизм в контуре регулирования расхода воздуха также описывается идеальным интегрирующим звеном:

$$W_{ИМг}(S) = K / S \quad (3)$$

где $K=17.2/0.2=86$, поскольку максимальный расход воздуха составляет $1030\text{м}^3/\text{ч} = 17.2\text{м}^3/\text{мин}$, а время полного хода ИМ от минимального до максимального угла поворота равно 0.2мин. Таким образом, передаточная функция исполнительного устройства:

$$W_{ИМг}(S) = 86 / S \quad (4)$$

Промоделируем систему в прикладном пакете MatLab и определим коэффициенты регулятора для контуров стабилизации температуры и получим графики переходных процессов (рис. 5-8).

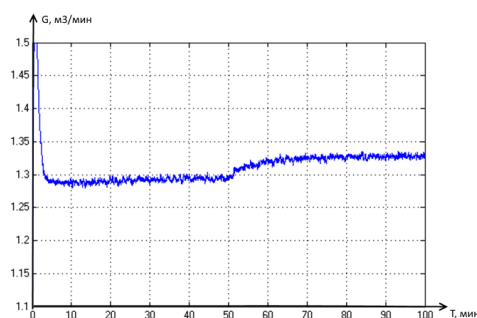


Рис. 5 Переходный процесс в контуре регулирования расхода газа

На 50-й минуте подано возмущение, моделирующее загрузку металла. Из графиков видно, что система отработала поданное возмущение быстро и без перерегулирования.

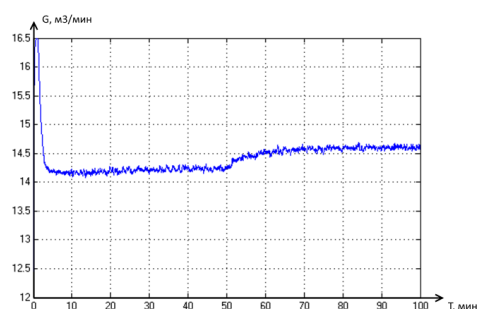


Рис. 6 Переходный процесс в контуре регулирования расхода воздуха

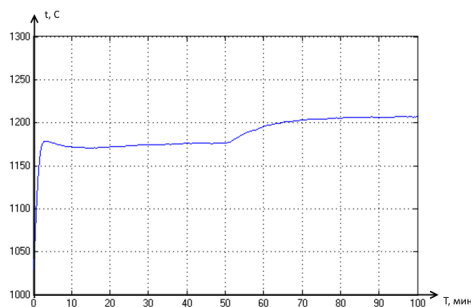


Рис. 7 Переходный процесс в контуре регулирования температуры в камере сгорания

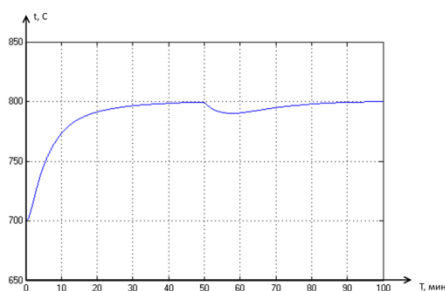


Рис. 8 Переходный процесс в контуре регулирования температуры в зоне нагрева

На рис. 9 представлена структурная схема разработанной системы

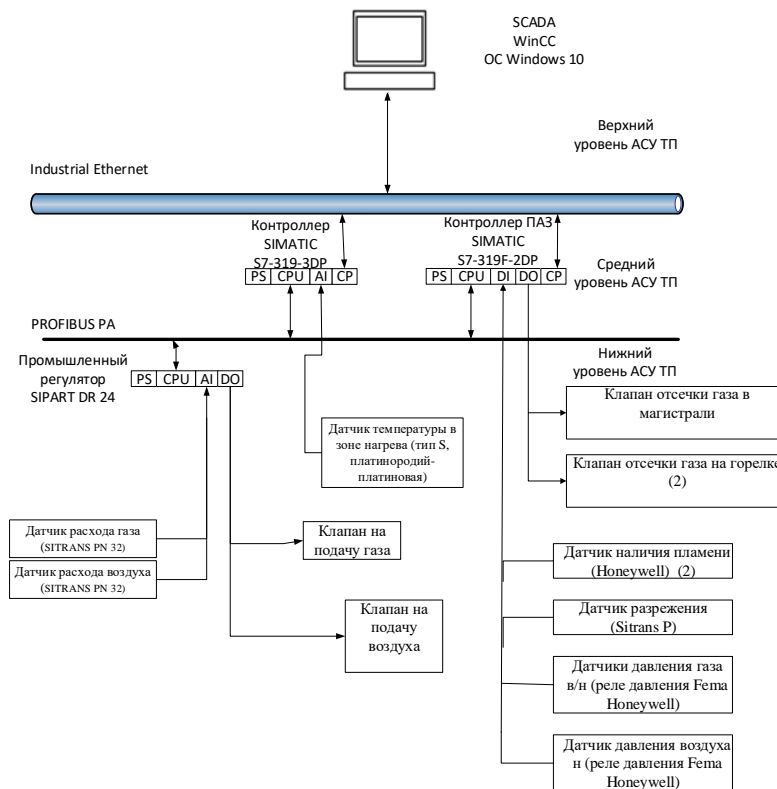


Рис. 9 Структурная схема АСУ ТП

Представленная автоматизированная система регулирования позволит более рационально использовать природный газ, а также снизит брак продукции в результате нарушения температурного режима.

Список литературы

1. Кривонос В. А. Проектирование систем. Методические указания к выполнению курсовой работы. Старый Оскол, СТИ НИТУ МИСиС, 2014. -15с.
2. Полещенко Д.А., Кривонос В.А. Автоматизация технологических процессов и производств. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Старый Оскол, СТИ МИСиС, 2008. – 60 с.
3. Макаров Д. А. Метод настройки ПИД-регулятора на основе экспертных знаний. Труды I Всероссийской конференции молодых ученых "Теория и практика системного анализа". – Рыбинск: РГАТА им. П.А. Соловьева, 2010. – С. 67-73.

**СРАВНЕНИЕ LQR И НЕЙРОСЕТЕВОГО РЕГУЛЯТОРОВ БАЛАНСИРУЮЩИМ
РОБОТОМ ПРИ ЕГО СТАБИЛИЗАЦИИ НА НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ
ON COMPARISON OF LQR AND NEURAL NETWORK CONTROLLERS TO
STABILIZE BALANCING ROBOT ON INCLINED PLANE**

Глушченко А.И., Петров В.А., Ласточкин К.А.

Glushchenko A.I., Petrov V.A., Lastochkin K.A.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Sary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Sary Oskol*

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

Аннотация. В исследовании рассматривается задача стабилизации балансирующего робота на наклонной плоскости. Применительно к этой задаче сравниваются два подхода: классический – LQR регулятор, и интеллектуальный – нейронная сеть с оперативным обучением. Тестирование регуляторов произведено на реальном балансирующем роботе LEGO EV3. В результате за счет применения нейросетевого регулятора с оперативным обучением удалось в режиме стабилизации на наклонной плоскости сократить в несколько раз дистанцию, которую проехал робот, а вращение вокруг своей оси – на 25%.

Abstract. This research deals with the problem of stabilizing of the balancing robot on an inclined plane. Relating to this problem, two approaches are compared: a classical – LQR controller, and an intelligent one – a neural network with online training. The regulators are tested using a real balancing robot LEGO EV3. As a result, considering the stabilization mode, the neural network controller with online training application allows to reduce the distance covered by the robot on the inclined plane almost by several times, and the rotation around its axis – by 25%.

Ключевые слова: балансирующий робот; наклонная плоскость; LQR; нейросетевое управление; оперативное обучение.

Keywords: balancing robot; inclined plane; LQR; neural network control; online training.

Введение. В условиях эксплуатации двухколесных транспортных средств – гироскутеров и сигвеев важным и часто встречающимся режимом работы является движение по наклонной плоскости [1]. Именно поэтому целью данного исследования

является проверка способности ранее разработанных коллективом авторов регуляторов – линейно квадратичного [2] и нейросетевого – стабилизировать балансирующий робот на наклонной плоскости.

LQR регулятор. В пространстве координат состояний балансирующий робот описывается семью основными координатами: θ (*theta*) – средний угол (между углами для левого θ_l и θ_r правого колес) поворота колёс, $\dot{\theta}$ (*theta dot*) – скорость поворота колёс, θ_{int} (*theta int*) – интеграл от среднего угла поворота колёс, ψ (*psi*) – угол отклонения от нормали, $\dot{\psi}$ (*psi dot*) – скорость отклонения от нормали, φ (*phi*) – угол поворота относительно нормали, $\dot{\varphi}$ (*phi dot*) – скорость поворота относительно нормали. Управляющим воздействием, ввиду наличия двух исполнительных механизмов, является напряжение для левого и правого электродвигателей ($u = (u_l, u_r)$). В классической теории автоматического управления регулятор для такого рода объектов принято строить в виде некоторой матрицы коэффициентов для составляющих отрицательной обратной связи системы. Такая матрица называется линейно квадратичным регулятором (LQR), т.к. рассчитывается путём минимизации квадратичного критерия оптимальности. В данном случае регулятор принимает на вход вектор рассогласований по координатам системы $E = [e_{\theta_{int}} \ e_{\theta} \ e_{\psi} \ e_{\dot{\theta}} \ e_{\dot{\psi}} \ e_{\varphi} \ e_{\dot{\varphi}}]^T$, а его выходом является управляющие воздействие. При соответствующей настройке LQR обеспечивает оптимальное управление объектом по всем координатам при условии постоянства параметров ОУ. Расчет матричного коэффициента усиления LQR-регулятора произведен на основании модели балансирующего робота в пространстве координат состояний [3] для случая его нахождения на ровной поверхности путём минимизации квадратичного критерия оптимальности (1).

$$J = \frac{1}{2} \int_0^{\infty} (E^T Q E + u^T R u) dt \rightarrow \min \quad (1)$$

В результате расчета была получена матрица $K[7 \times 2]$ реализующая линейно квадратичный регулятор [1].

$$K = \begin{bmatrix} 0.644 & 1.242 & 59.38 & 1.391 & 7.1 & 0.677 & 0.179 \\ 0.644 & 1.242 & 59.38 & 1.391 & 7.1 & -0.677 & -0.179 \end{bmatrix}.$$

Структура нейронной сети. Структура синтезируемой нейронной сети была построена таким образом, чтобы математические операции на ее выходном слое повторяли бы математические операции LQR регулятора. На вход нейронной сети приходит вектор рассогласований E из семи элементов. Исходя из этого количество входных нейронов принято равным семи. На скрытом слое также необходимо семь нейронов – для передачи вектора рассогласований E на выходной слой. Количество

нейронов на выходном слое соответствует количеству управляющих воздействий в выбранной системе управления и равно двум. На скрытом и на выходном слоях используются линейные функции активации с целью повторения математических операций LQR регулятора.

Следующим шагом после выбора структуры нейронной сети является ее обучение. В данном случае представляется целесообразным использование работоспособных параметров, найденных для классического регулятора, например, LQR. Это обеспечивается, в частности, выбранной структурой сети. Веса были искусственно заданы таким образом, что элементы весовой матрицы выходного слоя $LW(7,2)$ совпадали с соответствующими коэффициентами усиления матричного коэффициента LQR регулятора, а матрица весов скрытого слоя $IW(7,7)$ являлась единичной. Ввиду линейных функций активаций скрытого и выходного слоя, смещения были приравнены к нулю. Структура выбранной сети представлена на Рис.1.

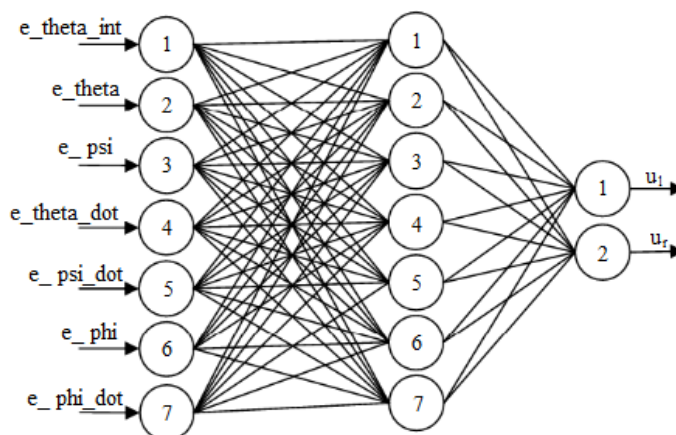


Рис.1. Выбранная структура нейронной сети

Оперативное обучение нейронной сети. Оперативное обучение необходимо для придания адаптивных свойств ОУ и производится согласно алгоритму обратного распространения ошибки, как одному из наиболее зарекомендовавших себя подходов [4]. При этом в качестве ошибки, пропорционально которой производится коррекция весовых коэффициентов, была выбрана ошибка, вычисляемая по методу наименьших квадратов.

$$E(t) = 0.5 \cdot (e_{\theta}^2(t) + e_{\psi}^2(t) + e_{\phi}^2(t)) \quad (2)$$

На реальном объекте управления ошибку (2), из-за погрешности измерения и физических особенностей ОУ, невозможно свести к нулевому значению, поэтому должен быть выбран допустимый уровень N_e ошибки обучения (в опытах в данной работе он был равен 8 единиц из-за амплитуды «шума» датчиков). Скорости обучения выходного и скрытого слоя были экспериментально приняты равными: $\eta_{LW} = 10^{-7}$; $\eta_{IW} = 10^{-7}$. В процессе обучения они не корректировались.

В процессе функционирования балансирующего робота можно четко выделить два основных режима работы: 1) режим стабилизации, в котором от САУ требуется обеспечить стабильность ОУ при нулевых заданиях по всем координатам состояния; 2) режим выполнения пользовательского задания по координатам θ' и/или φ' . К каждому из режимов работы предъявляются собственные требования относительно качества переходных процессов и, соответственно, для каждого из режимов существуют свои «наилучшие» весовые коэффициенты нейросетевого регулятора. Предлагаемый алгоритм выбора знаков коррекции весов нейронов выходного слоя, представленный на Рис.2, позволяет подстраивать текущие веса таким образом, чтобы уменьшать ошибку (2) и обеспечивать требуемое качество управления объектом с учетом текущего режима работы ОУ.

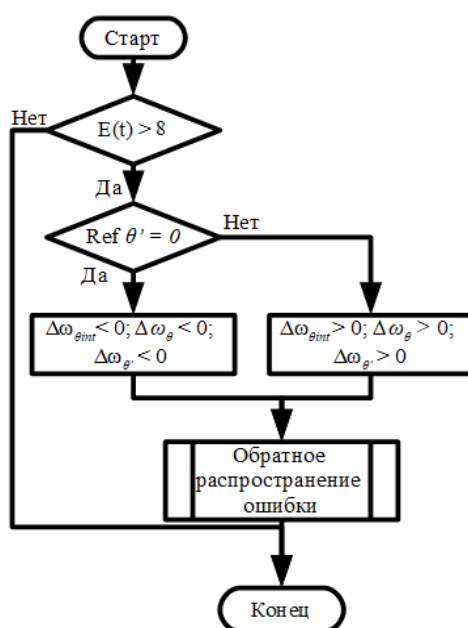


Рис.2. Алгоритм выбора знаков коррекций весов нейронов выходного слоя.

Здесь $E(t)$ – функция ошибки обучения, $Ref \theta'$ – задание по скорости поворота колёс, $\Delta\omega_{\theta int}$ – коррекция веса для нейрона выходного слоя, отвечающего за рассогласование по интегралу от среднего угла поворота колёс, $\Delta\omega_{\theta}$ – коррекция веса для нейрона выходного слоя, отвечающего за рассогласование по среднему углу поворота колес, $\Delta\omega_{\theta'}$ – коррекция веса для выходного нейрона, отвечающего за рассогласование по скорости поворота колёс.

Описание эксперимента. Для качественного сравнения описанных LQR и нейросетевого регуляторов был произведен эксперимент, в котором от системы управления требовалось удерживать балансирующий робот на наклонной плоскости в течении 200 секунд при нулевых заданиях по всем его координатам состояния. При нахождении ОУ на наклонной плоскости на него действует постоянное по модулю и

направлению возмущающее воздействие (проекция силы тяжести на ось абсцисс) стремящееся вывести балансирующий робот из положения неустойчивого равновесия. Именно поэтому лучшим считается тот регулятор, под управлением которого ОУ сместится на меньшее линейное расстояние относительно исходного положения и совершит наименьшее вращательное движение относительно нормали. Мерой линейного смещения относительно исходного положения является координата $theta_int$, т.е. расстояние, пройденное объектом, мерой вращательного движения является величина phi_int – угловое перемещение, т.е. расстояние, пройденное по дуге окружности. Угол наклонной плоскости в эксперименте равнялся 24° .

Подключение микропроцессора LEGO EV3 к MatLab Simulink осуществлялось с помощью Ethernet соединения. На Рис.3 представлены полученные переходные процессы для балансирующего робота под управлением LQR регулятора, а на Рис.4 – под управлением нейросети.

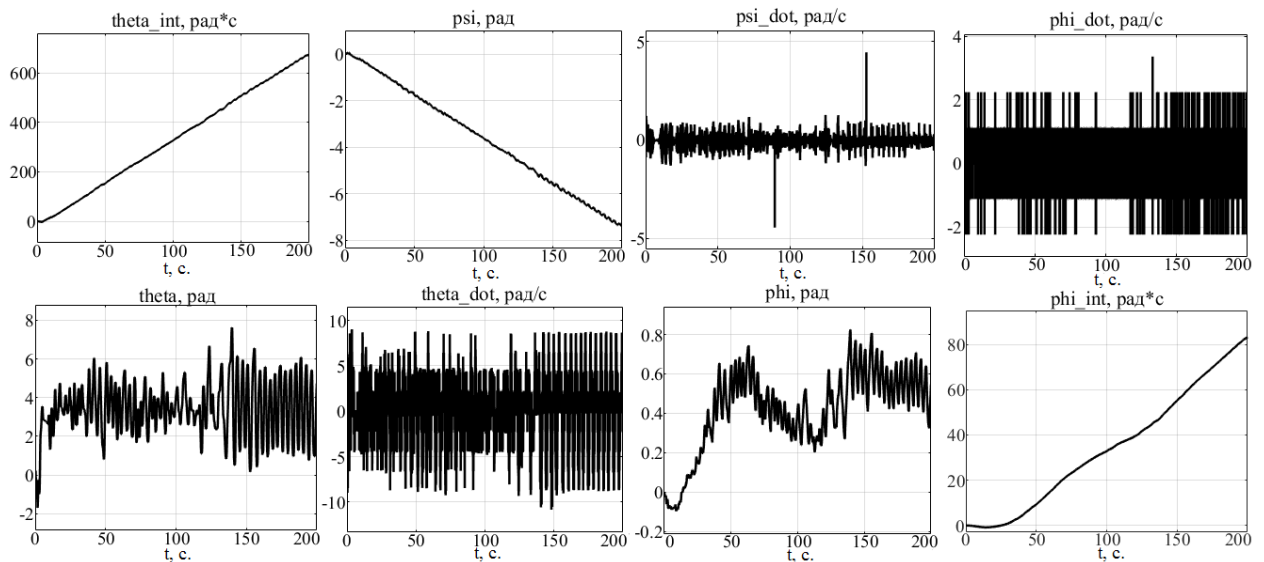


Рис.3. Переходные процессы балансирующего робота под управлением LQR регулятора

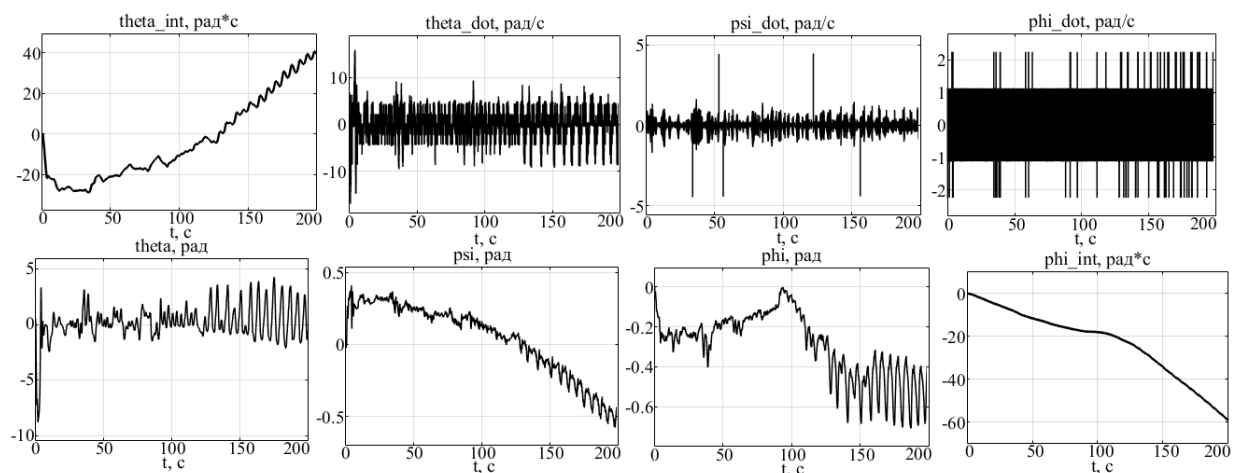


Рис.4. Переходные процессы балансирующего робота под управлением нейросети

Как видно из приведённых графиков нейросетевой регулятор обеспечивает лучшее качество управления балансирующим роботом по критериям $theta_int$ и phi_int по сравнению с LQR. Оценки поступательного и вращательного движения под управлением нейросетевого и LQR регуляторов сведены в таблицу 1.

Также в сравнении с переходными процессами объекта под управлением LQR наблюдается уменьшение амплитуды колебаний по координате θ' , отсутствие статической ошибки по координате θ и снижение роста оценки координаты ψ . Все перечисленные факты приводят к повышению общей стабильности балансирующего робота.

Таблица 1. Сравнительные результаты экспериментов

Регулятор	Нейросеть	LQR
Вид движения		
Поступательное ($theta_int$ рад·с)	40	675
Вращательное (phi_int рад·с)	60	80

Заключение. В работе получены результаты, позволяющие сделать вывод об эффективности предложенного нейросетевого метода управления в сравнении с LQR регулятором. В дальнейшем планируется разработка новых и модернизация существующих правил, определяющих знаки коррекций весовых коэффициентов, в том числе и по координатам, отвечающим за вращательное движение – φ, φ' . Недостатком предлагаемого нейросетевого регулятора в текущем его состоянии является отсутствие правил, ограничивающих или останавливающих оперативное обучение. Именно поэтому в дальнейшем планируется оценка устойчивости объекта в режиме реального времени и создание правил на основе данной оценки.

Исследования проводятся при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (грант №18-47-310003).

Список литературы

1. Spong M.W. The swing up control problem for the acrobat // IEEE control systems. – 1995. – Vol. 15. – №. 1. – P. 49-55.
2. Глущенко А.И., Петров В.А., Ласточкин К.А. О применении LQR регулятора для управления балансирующим роботом на платформе LEGO EV3 // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2018. – № 2. – С. 24-27.

3. Yamamoto Y. NXTway-GS Model-Based Design-Control of self-balancing two-wheeled robot built with LEGO Mindstorms NXT. – Cybernet Systems Co., Ltd, 2008. – 88 p.
4. Reed R. Neural smithing: supervised learning in feedforward artificial neural networks / Reed R., Marks II R. J. – Cambridge, Mass.: Mit Press, 1999. – 358 p.

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО
КЛАВИАТУРНОМУ ПОЧЕРКУ**

**THE USE OF REGRESSION ANALYSIS TO IDENTIFY THE KEYBOARD BY
HANDWRITING**

Еременко Ю. И., Олюнина Ю. С.

Eremenko Y. I., Olynina J. S.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Sary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Sary Oskol
erem49@mail.ru, julijasergeevna@mail.ru*

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42, 8-951-150-09-12

Аннотация: в статье рассматривается применение регрессионного анализа для идентификации по клавиатурному почерку. В рамках данного исследования регрессионная модель строится на выборке данных, содержащей в себе наиболее значимые характеристики почерка. Результаты экспериментов, полученные в данной статье, дают возможность сделать вывод об эффективности применения данного метода для решения поставленной задачи.

Abstract: the article discusses the use of regression analysis for identification by keyboard handwriting. In this study, the regression model is based on a sample of data containing the most significant characteristics of handwriting. The experimental results obtained in this article make it possible to draw a conclusion about the effectiveness of this method for solving the problem.

Ключевые слова: клавиатурный почерк, идентификация пользователя, биометрические характеристики, регрессионный анализ

Keywords: Keyboard handwriting user identification, biometric characteristics, regression analysis.

В работах [1,2] было рассмотрено применение статистических методов, таких как регрессионный анализ и метод главных компонент для определения наиболее значимых характеристик клавиатурного почерка и сокращения размерности пространства признаков.

Эксперименты, проведенные в результате этих исследований, показали, что применение вышеуказанных методов не дает однозначного ответа на вопрос о том, какие параметры можно исключить из обучающей выборки как наименее значимые. Поэтому в

данном исследовании была построена усредненная модель, представляющая собой среднее значение результатов, полученных в результате применения двух статистических методов. На рисунке 1 представлены полученные результаты.

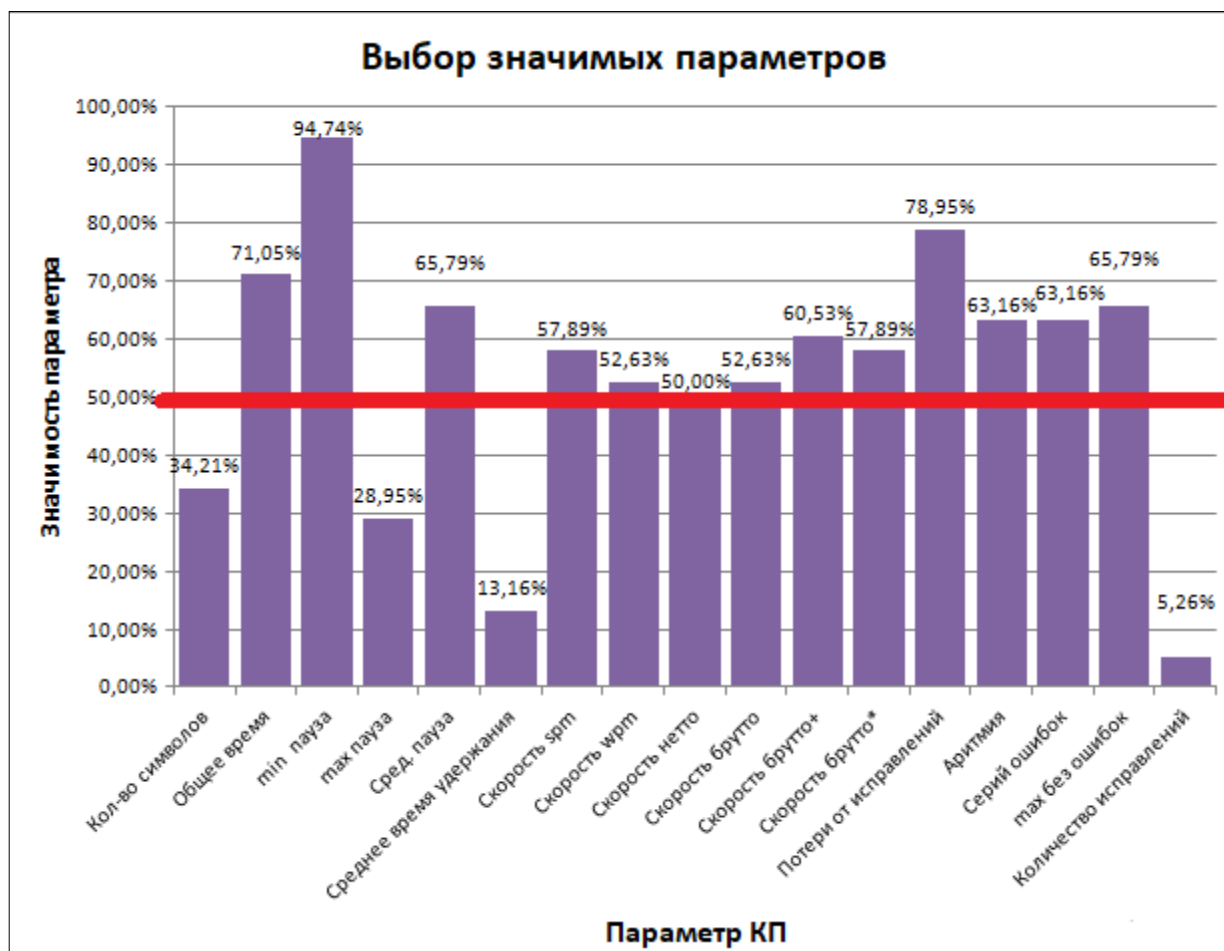


Рисунок 1. Усредненные результаты, полученные в результате применения регрессионного анализа и метода главных компонент.

На основании рисунка 1 можно сделать вывод, что некоторые параметры имеют значимость <50% и, таким образом, могут быть исключены из исходной выборки данных как наименее влияющие на результат идентификации. К этим параметрам относятся:

- количество символов (34,21%);
- максимальная пауза (28,95%);
- среднее время удержания (13,16%);
- скорость нетто (50%);
- количество исправлений (5,26%).

В работах [1, 3] была построена регрессионная модель (1) вычисления прогнозных значений отклика при определенных значениях факторов [4].

$$y_n = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 + \dots + a_n * x_n, \quad (1)$$

где a_n - весовой коэффициент каждой характеристики;

y_n - выходной параметр, характеризующий вероятность принадлежности образца почерка пользователю N;

x_n - входной параметр, характеристика клавиатурного почерка.

Используя эту модель, в рамках данного исследования была проведена серия опытов по идентификации почерка. Исходной выборке почерков размером 12×20 (где 12 – количество параметров КП, 20 – количество пользователей, принимающих участие в эксперименте), были присвоены некоторые значения в диапазоне [0; 1], причем каждое значение представляло собой вероятность принадлежности образца почерка конкретному пользователю N. Выбор такого количества пользователей обусловлен тем фактом, что качество регрессионной модели, определяемое коэффициентом детерминации, при увеличении количества образцов почерка, значительно снижается и, соответственно, снижается эффективность идентификации. Для выборки объемом 20 образцов значение коэффициента детерминации R^2 составило 71%. Результаты идентификации представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результат идентификации для выборки 20 образцов.

№ пользователя	Полученный результат	Ожидаемый результат	№ пользователя	Полученный результат	Ожидаемый результат
1	0,07	0,05	11	0,58	0,55
2	0,40	0,1	12	0,66	0,6
3	0,27	0,15	13	0,83	0,65
4	0,32	0,2	14	0,70	0,7
5	0,32	0,25	15	0,92	0,75
6	0,33	0,3	16	0,51	0,8
7	0,28	0,35	17	0,71	0,85
8	0,32	0,4	18	0,61	0,9
9	0,38	0,45	19	0,67	0,95
10	0,52	0,5	20	1,06	1

Как видно из таблицы 1, из двадцати пользователей были верно идентифицированы только 5, таким образом, ошибка первого рода (FAR) составила 75%. Такой результат идентификации можно объяснить низким значением коэффициента детерминации регрессионной модели. В литературе упоминается, что модель можно считать адекватной

при значении коэффициента детерминации, превышающем 80%. В данном же случае значение R^2 составляет 71%. Кроме того, в данной модели невозможно проверить значение ошибки второго рода (FRR), поскольку диапазон возможных значений Y изменяется в диапазоне $[0;1]$. Поэтому в рамках дальнейших исследований было предложено сократить объем выборки, а так же разбить диапазон возможных значений Y на область, соответствующую результатам, полученным от авторизованных пользователей, и область, отведенную для проверки результатов идентификации пользователей, не авторизованных в системе. Таким образом, можно будет проверить значение ошибки первого и второго рода.

В заключение можно отметить, что использование регрессионного анализа для решения данной задачи имеет ряд существенных недостатков, которые снижают вероятность получения эффективных результатов идентификации. К таким недостаткам можно отнести следующие:

- выборка большого объема не позволяет построить адекватную модель (коэффициент детерминации адекватной модели должен превышать 80%);
- построение регрессионной модели на основе полученной статистики не позволяет определить значение ошибки второго рода, т.е. ситуации, когда неавторизованный пользователь получает доступ к системе;
- чем больше объем выборки, тем меньшее значение принимает выходной параметр Y , определяющий принадлежность образца почерка конкретному пользователю, что так же снижает надежность идентификации.

Список литературы

1. Еременко Ю.И., Олюнина Ю.С. Об определении наиболее значимых параметров клавиатурного почерка с помощью регрессионного анализа// Системы управления и информационные технологии, №2(72), 2018. – С. 28-31
2. Ветров Д.П., Кропотов Д.А., Осокин А.А. Автоматическое определение количества компонент в EM-алгоритме восстановления смеси нормальных распределений // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2010. – Т.50, №4. – С.770-783.
3. Еременко Ю. И., Олюнина Ю.С. О применении статистических методов обработки данных для решения задачи идентификации пользователя по клавиатурному почерку. Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, Том II, 23-24 ноября 2017 г. редколлегия: Ю.И. Еременко, Е.В. Ильичева,

Л.Н. Крахт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, М.С. Демьяненко – Старый Оскол, 2017. –С.87-91

4. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Книга 1. В 2-х кн. М.: Финансы и статистика, 2006. — 366 с.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ДВИЖУЩЕЙСЯ ЗАГОТОВКИ С ПОМОЩЬЮ
ГРУППЫ ДАТЧИКОВ ТИПА «СВЕТОВОЙ БАРЬЕР»
DETERMINATION OF LENGTH OF MOVING STORAGE BY THE GROUP OF
SENSORS OF TYPE "LIGHT BARRIER"**

Фомин А.В.^{(1) (2)}, Анисимов Е.В.⁽²⁾

Fomin A.V.^{(1) (2)}, Anisimov E.V.⁽²⁾

⁽¹⁾ *Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»,
РФ, Старый Оскол*

⁽²⁾ *АО «ОЭМК», Старый Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol
JSC Oskol Electrometallurgical Plant
Verner444@yandex.ru*

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

Аннотация. В статье реализация системы определения длины движущейся заготовки с применением датчиков типа «световой барьер». Приведены результаты натурных экспериментов.

Abstract. In the article, the implementation of a system for determining the length of a moving workpiece using sensors of the "light barrier" type. The results of field experiments are presented.

Ключевые слова: Siemens Simatic S7-300/400; определение длины; световой барьер.

Keywords: Siemens Simatic S7-300/400; definition of length; light barrier.

Современные металлургические предприятия оказывают услугу по резке металлов на мерные длины - отделению составных частей от сортового и листового металла. Это предложение актуально для тех, кому резанный металл понадобится в ходе строительства, для военных, промышленных и научных целей.

В настоящее время при раскросе металла на участке пил холодной резки АО «ОЭМК», оператор не имеет информации об исходной длине заготовки. Для оценки визуальной длины заготовки необходимо прибегать к помощи «маячков», выставленных по ходу движения заготовки, что значительно увеличивает время на принятие решения оператором. Имеющаяся система имеет следующие недостатки:

- Низкая производительность, вследствие постоянного вмешательства оператора в процесс пореза.
- Вероятность получения немерной длины при раскросе по вине оператора, что являет собою брак продукции.

При этом непосредственно перед участком пил холодной резки находится аппарат дефектоскопии металла, производящий оценку поверхностных и внутренних дефектов стальной заготовки. В его составе находятся 4 группы трайб-аппаратов. При этом, в составе каждой группы есть 4 датчика типа световой барьер, служащие для контроля за входом и выходом заготовки из группы. Общая схема расположения датчиков дефектоскопа и расстояния между ними для 2 групп приведены на рис.1.

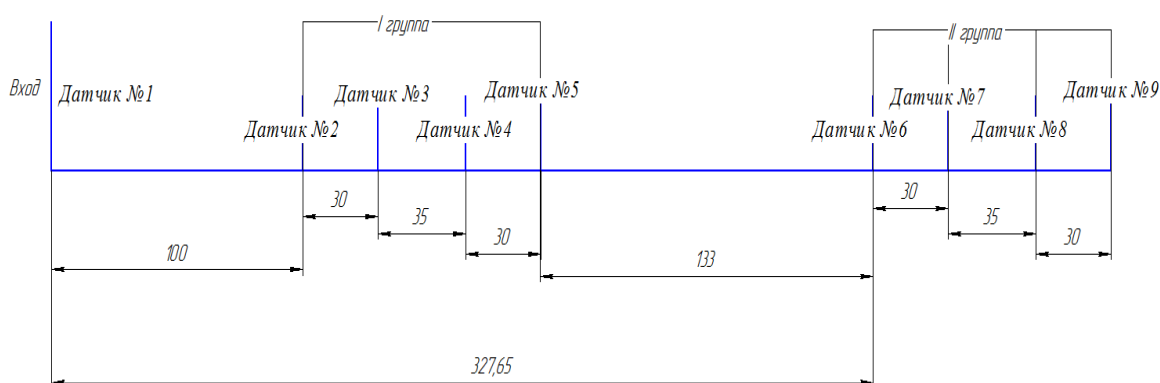


Рис.1. Расположение световых барьеров на установке дефектоскопии

Предлагается, разработать и применить метод определения длины заготовки без внесения аппаратных изменений в действующее оборудование на основе учета расстояния между световыми барьерами. Управление трайб-аппаратами осуществляет контроллер Simatic Siemens S7 317, что позволяет реализовывать с его помощью алгоритмы любой сложности. Первоначальными исходными данными для решения данной задачи служит стандартная скорость вращения рольгангов и расстояния между датчиками. Самым простым способом определения длины, является расчет на основе времени прохода заготовки: (1)

$$L = (T_1 - T_2) * V, \quad (1)$$

где L- длина заготовки, T₁- момент времени фиксации световым барьером заготовки, T₂- момент потери световым барьером заготовки, V-скорость рольганга.

Однако проведенный натурный эксперимент показал, что точность определения длины заготовки по формуле (1) крайне низка. Вызвано это непостоянной скоростью рольганга из-за проскальзывания двигателей и их физического износа.

Дальнейшей целью стала разработка алгоритма расчета, минимизирующего влияние стандартной скорости рольганга. Для этой цели предлагается использовать строго фиксированное расстояние между датчиками. При этом, применение двух датчиков позволяет увеличить количество уравнений определения длины с 2 до 6. Использование двух датчиков позволяет точно рассчитать время прохода «головы» и «хвоста» заготовки, длина участков которых равна расстоянию между датчиками (рис.2.)

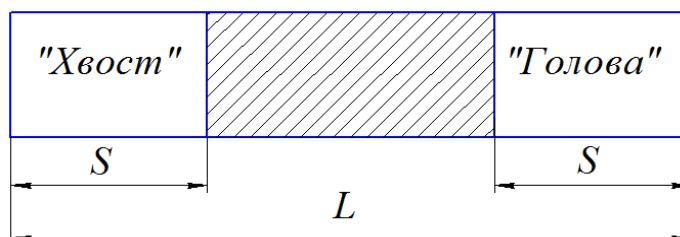


Рис.2. Разбиение заготовки на «голову», основную часть и «хвост» (S-расстояние между двумя датчиками, L- длина всей заготовки)

Опишем принцип функционирования системы с 2 датчиками и учетом расстояния между ними: предположим, что ввиду непостоянства скорости рольганга скорость на каждом из трех участков различна. Но, так как благодаря использованию расстояний между датчиками, известна длина «головы» и «хвоста», а время, за которое заготовка пройдет эти расстояния можно определить так же с помощью датчиков, в результате чего появляется возможность относительно точно определить скорость заготовки на участках «головы» и «хвоста». Используя все комбинации, можно так же определить время прохода всей заготовки за вычетом «хвоста» и длину всей заготовки плюс «головы». В результате получим следующие уравнения:

$$\begin{aligned}
 L_1 &= V_{cp} * T_1 \\
 L_2 &= V_{cp} * T_2 \\
 S &= V_3 * T_3 \\
 S &= V_4 * T_4 \\
 L + S &= V_5 * T_5 \\
 L - S &= V_6 * T_6
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

где уравнения 1-2 аналогичны уравнению (1), уравнения 3-4 описывают прохождение «головы» и «хвоста», уравнения 5-6 описывают прохождение всей заготовки и «хвоста» и всей заготовки с вычетом «головы».

Для определения с помощью датчиков времени прохождения заготовкой расстояний из уравнений (2) предлагается использовать положительный и отрицательный фронты сигнала с каждого датчика, общий вид которых показан на рис 3.

В момент фиксации заготовки первым датчиком выделяется положительный фронт сигнала $T1_{on}$, момент времени которого записывается в память контроллера. В момент потери датчиком заготовки фиксируется отрицательный фронт сигнала $T1_{off}$ и его время так же записывается в память контроллера. Произведя вычитание полученных времен, получим время прохода всей заготовки через датчик №1. Проведя аналогичные расчеты для всех комбинаций датчиков, получим систему времен прохода заготовкой всех расстояний из уравнения (2):

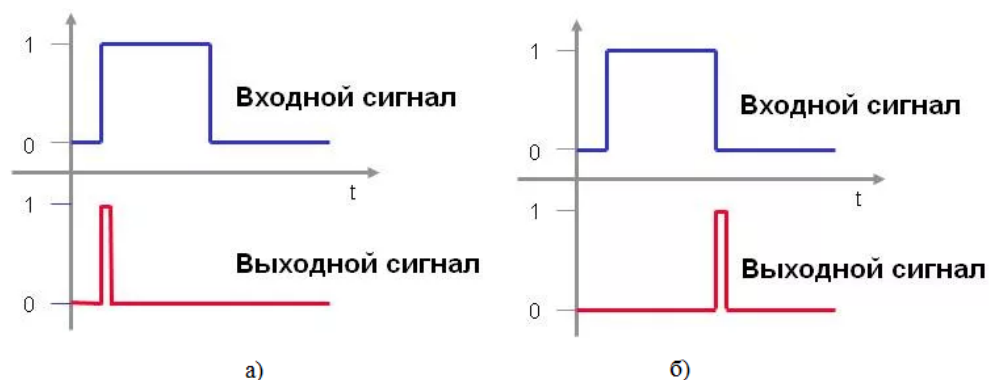


Рис.3. Общий вид фронтов сигнала, а) положительный фронт, б) отрицательный фронт

$$\begin{aligned}
 T_1 &= T_{1_{on}} - T_{1_{off}} \\
 T_2 &= T_{2_{on}} - T_{2_{off}} \\
 T_3 &= T_{1_{on}} - T_{2_{on}} \\
 T_4 &= T_{1_{off}} - T_{2_{off}} \\
 T_5 &= T_{1_{on}} - T_{2_{off}} \\
 T_6 &= T_{2_{on}} - T_{1_{off}}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Подставив полученные времена в уравнение (2) и проведя преобразования, получим систему уравнений (4).

$$\left. \begin{aligned}
 L_1 &= \left(\frac{\frac{S}{T_3} + \frac{S}{T_4} + V_p}{3} \right) * T_1 \\
 L_2 &= \left(\frac{\frac{S}{T_3} + \frac{S}{T_4} + V_p}{3} \right) * T_2 \\
 L_3 &= \left(\left(\frac{V_p + \frac{S}{T_3} + \frac{2*S}{T_4}}{4} \right) * T_5 \right) - S \\
 L_4 &= \left(\frac{V_p + \frac{2*S}{T_4}}{2} \right) * T_6 + S
 \end{aligned} \right\} \rightarrow L_{ist} = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}{4} \quad (4)$$

В результате проведенных преобразований, удалось минимизировать влияние скорости рольганга на определение длины заготовки, за счет усреднения 3 скоростей- скорости рольганга, и скоростей на участке «голова» и «хвост». Альтернативным решением является полный отказ от использования скорости рольганга, принимая я среднюю скорость движения как среднее арифметическое 2 скоростей, полученных на участке «голова» и «хвоста». Дальнейшей целью стало проведение натурального эксперимента. Целями эксперимента являлись:

- 1) Проверка работоспособности разработанного метода
- 2) Сравнение основного (L_{osn}) и альтернативного (L_{alt}) варианта расчета, с использованием и без использования заданной скорости рольганга.
- 3) Определение оптимального расстояния между датчиками и как следствие расстояния S .

Эксперимент проводился на двух заготовках: короткой с $L=5970$ мм и длиной с $L=10760$ мм. Длина получена ручным измерением и принимается за эталонную. Ввиду достаточной вычислительной мощности контроллера, эксперимент проводился одновременно на разных группах датчиков, в сторону увеличения расстояния между ними. Результаты экспериментов показаны в таблицах 1-2.

Таблица 1. Эксперимент с короткой заготовкой

	Прогон №1			Прогон №2			Прогон №3			Средняя ошибка
	L, мм	E, мм	%	L, мм	E, мм	%	L, мм	E, мм	%	
S=1м										
L_{osn}	5960	-10,0	0,17	5969	-1,0	0,02	5969	-0,6	0,01	0,065
L_{alt}	5926	-44,0	0,74	5926	-44,0	0,74	5926	-43,9	0,74	0,737

S=1,3м										
L_osn	5940	-30,0	0,50	5940	-30,0	0,50	5940	-30,0	0,50	0,503
L_alt	5880	-90,0	1,51	6050	80,0	1,34	5886	-83,8	1,40	1,417
S=1,65м										
L_osn	5947	-23,0	0,39	5947	-23,0	0,39	5947	-22,9	0,38	0,385
L_alt	5901	-68,8	1,15	5900	-70,0	1,17	5901	-68,8	1,15	1,159
S=1,95м										
L_osn	5972	2,0	0,03	5970	0,0	0,00	5973	2,6	-0,04	0,026
L_alt	5935	-35,4	0,59	5930	-40,0	0,67	5946	-24,5	0,41	0,558
S=3,28м										
L_osn	5985	14,8	0,25	5985	14,8	0,25	5914	-56,3	0,94	0,480
L_alt	5952	-18,0	0,30	5952	-18,0	0,30	5867	-103,0	1,73	0,776

В результате проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1) Метод определения длины заготовки на основе учета расстояния между датчиками, доказал свою работоспособность, обеспечивая ошибку определения длины заготовки в районе 1%.

Таблица 2. Эксперимент с длинной заготовкой

	Прогон№1			Прогон№2			Прогон№3			Средняя ошибка
	L, мм	E, мм	%	L, мм	E, мм	%	L, мм	E, мм	%	%
S=1м										
L_osn	10770	10	0,09	10710	-50	0,46	10770	10	0,09	0,22
L_alt	10870	110	1,02	10780	20	0,19	10870	110	1,02	0,74
S=1,3м										
L_osn	10730	-30	0,28	10630	-130	1,21	10680	-80	0,74	0,74
L_alt	10810	50	0,46	10649	-111	1,03	10720	-40	0,37	0,62
S=1,65м										
L_osn	10712	-48	0,45	10640	-120	1,12	10710	-50	0,46	0,68
L_alt	10750	-10	0,09	10651	-109	1,02	10750	-10	0,09	0,40
S=1,95м										
L_osn	10720	-40	0,37	10679	-81	0,75	10722	-38	0,35	0,49
L_alt	10770	10	0,09	10710	-50	0,46	10770	10	0,09	0,22
S=3,28м										
L_osn	10636	-124	1,15	10544	-216	2,01	10636	-124	1,15	1,44

L_alt	10619	-141	1,31	10470	-290	2,70	10610	-150	1,39	1,80
-------	-------	------	------	-------	------	------	-------	------	------	------

2) По результатам экспериментов для короткой заготовки можно сделать вывод, что отказ от стандартной скорости рольганга ведет к снижению точности определения длины. Однако, результаты экспериментов с длинной заготовкой противоположные. Для более точных выводов необходимо набрать значительный объем статистических данных

3) Определение оптимального расстояния между датчиками (S) так же требует большего объема статистических данных, однако для обоих экспериментов средняя ошибка для максимального расстояния $S=3,28$ увеличивается.

Список литературы

1. Азин Е. и др. Информационная система резчика слябов в обжимном цехе // Современные технологии автоматизации. – 2001. – №. 1. – С. 22– 25.
2. Ierusalimov I. P., Sukovatin I. V. Investigation of dynamics of strand movement in caster // Stal'. – 2003. – №. 4. – С. 26-29.

**РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЧИН НИЗКОЙ ПОСЕЩАЕМОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ
КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

**DEVELOPING OF AUTOMATED INFORMATION SYSTEM TO FIND REASONS OF
TRUANCY IN ORDER TO IMPROVE EDUCATIONAL PROCESS QUALITY**

Симонова А. Г., Сдержиков А. В.

Simonova A.G., Sderzhikov A.V.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** Разработка автоматизированной информационной системы, в основе которой данные по посещаемости обрабатываются драгированным программным комплексом, базируется на расчетах компетентности ответов студентов, вычислении средневзвешенной оценки итерационным методом. Результатом разработки будет являться повышение качества образовательного процесса.*

***Abstract.** The development of an automated information system, based on which the attendance data are processed by a drag-and-drop software package, is based on the calculations of the competence of students' answers, the calculation of the weighted average evaluation by iterative method. The result of the development will be to improve the quality of the educational process.*

Ключевые слова: компетентность; информационная система; база данных; средневзвешенная оценка; весовой коэффициент; анкетирование; итерационный метод; важность вопроса; относительная ошибка; дисперсия.

Key words: competence; information system; database; weighted average; weight coefficient; questionnaire; iterative method; importance of the question; relative error; variance.

Обучение – это процесс получения, усвоения и осмысления знаний, которые имеют непосредственную важность в течение всей жизни человека. Для того, чтобы процесс обучения был успешным и продуктивным, необходимо чтобы студенты пропускали аудиторские занятия как можно реже.

На данный момент посещаемость студентов контролирует учебный отдел. Данные по посещаемости фиксируются без анализа причины отсутствия студентов на занятиях. В связи с этим первопричина отсутствия на занятиях никак не устраняется, из-за этого количество отсутствующих практически не уменьшается.

Для решения этой проблемы предлагается создать информационную систему, которая позволит выявить причины низкой посещаемости.

Предполагается, что вся ключевая входная информация, а также выходная будет храниться в базе данных, это: вопросы, веса каждого вопроса, результаты тестирования студентов, справочники преподавателей и студентов, преподаваемые дисциплины, причем в базе данных содержатся ключевые данные, а все промежуточные вычисления выполняются в самой программе, что позволяет не накапливать большие объемы данных и способствует быстрдействию работы программы (рис. 1).

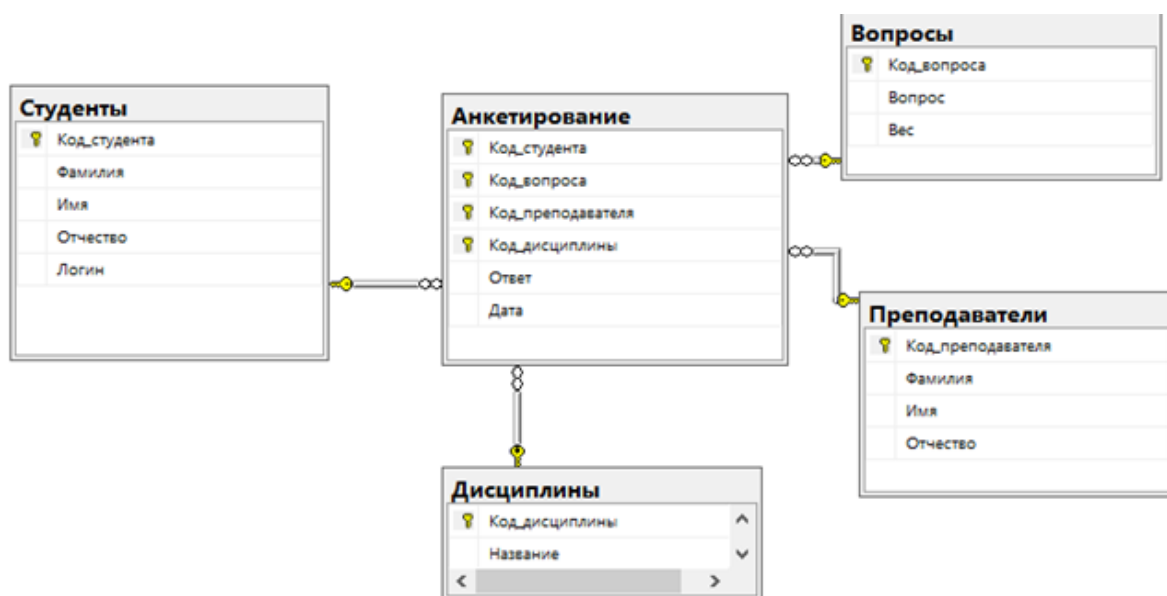


Рис. 1 Даталогическая модель БД

Для защиты конфиденциальных данных предлагается открепить от существующей схемы данных таблицу с авторизационными данными, а для еще большей безопасности хранить пароли студентов в БД в хешированном виде.

В программном обеспечении предполагается две группы пользователей: администратор и студенты.

Администратор имеет права на полное редактирование данных в БД, редактирование вопросов, просмотр результатов тестирования студентов, просмотр итоговой рейтинговой таблицы, а студент в свою очередь имеет доступ только к модулю тестирования.

После запуска программного обеспечения пользователь попадает в форму авторизации, в которой он может либо зарегистрироваться, либо авторизоваться как студент или как администратор. Если студент не зарегистрирован, он нажимает кнопку «Регистрация» и далее открывается форма регистрации (рис. 2), куда пользователь вводит свои данные и они заносятся в БД.

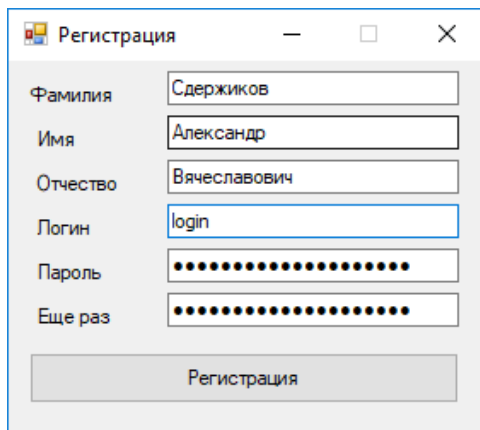


Рис. 2 Форма регистрации

После регистрации студент может авторизоваться в системе и перейти к меню выбора преподавателя и дисциплины по которым нужно пройти анкетирование. После выбора появляется форма прохождения анкетирования (рис. 3).

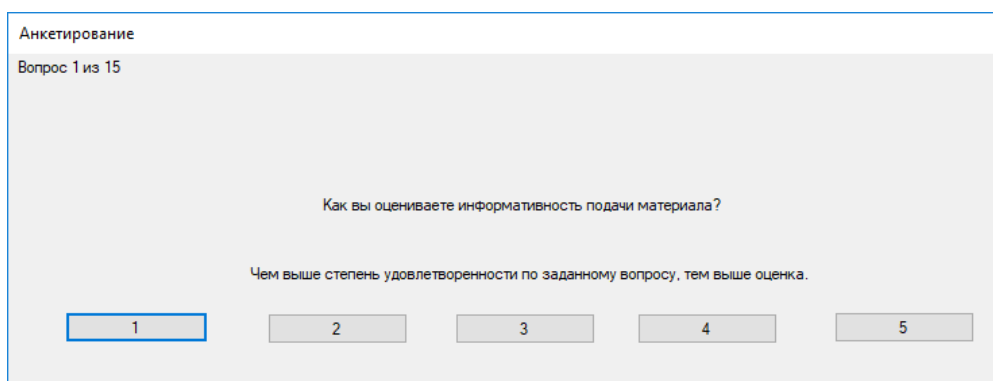


Рис. 3 Форма прохождения анкетирования

После того как все студенты прошли анкетирования, администратор вводит свои авторизационные данные и открывается форма администрирования (рис. 4).

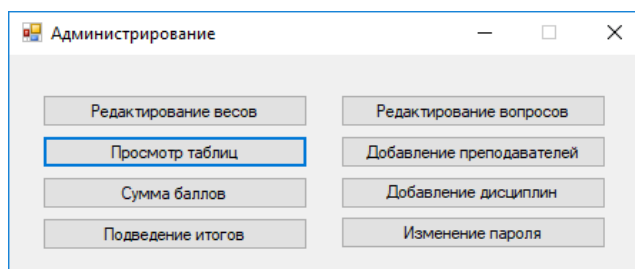


Рис. 4 Форма администрирования

Администратор может редактировать веса вопросов, просматривать таблицы в БД, просматривать суммы баллов по каждому вопросу после итоговой оценки вопросов

анкеты по возможным причинам непосещаемости, также администратор может редактировать вопросы, изменять свой пароль, добавлять преподавателей и дисциплины.

Для количественной оценки причин непосещаемости необходимо выполнить некоторые промежуточные математические расчеты. Сначала предполагается вычислить оценку компетентности ответа студента на каждый вопрос из анкеты.

Анализ компетентности ответа студента на каждый вопрос анкеты можно произвести и при отсутствии эталонных величин данным способом [1]:

$$a_{ij} = \exp\left\{-\frac{\omega_{ij} - \varpi_j}{2S_j}\right\} \quad (1),$$

$$\varpi_j = \frac{\sum_{i=1}^N a_{ij} \omega_{ij}}{\sum_{i=1}^N a_{ij}} \quad (2)$$

$$S_j = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (\omega_{ij} - \varpi_j)^2 \quad (3)$$

Расчет производится итерационным методом, где начальное значение компетентности равно единице. Также может быть такое, что, по каждому из оцениваемых критериев у анкетирующего будут отличающиеся степени компетентности.

Для решения этой проблемы необходимо каждый раз вычислять средневзвешенную оценку компетентности $\bar{\alpha}_i$, взяв во внимание ранее посчитанные a_{ij} .

$$\bar{\alpha}_i = \frac{\sum_{j=1}^M \beta_{ij} \alpha_{ij}}{\sum_{j=1}^M \beta_{ij}} \quad (4),$$

где

$$\beta_{ij} = \exp\left\{-\frac{\alpha_{ij} - \bar{\alpha}_i}{2D_i}\right\} \quad (5),$$

$$D_i = \frac{1}{M-1} \sum_{j=1}^M (\alpha_{ij} - \bar{\alpha}_i)^2 \quad (6)$$

- степень важности j-го вопроса по данному критерию непосещаемости и дисперсия ошибки компетентности i-го анкетирующего соответственно [2]. Расчет производится также итерационным методом.

Так как известно значение степени важности, существует возможность по формуле (7) рассчитать вес каждого j-го вопроса, который соответствует i-му анкетирующему [2]:

$$\gamma_{ij} = \frac{\beta_{ij}}{\sum_{j=1}^M \beta_{ij}} \quad (7).$$

Сравнивая $\gamma_{\varepsilon j}$ и γ_{ij} , взяв во внимание соотношение:

$$\varepsilon_{ik} = \frac{|\gamma_{\varepsilon j} - \gamma_{ij}|}{\gamma_j} \quad (8)$$

есть возможность рассчитать относительную ошибку весовой оценки j -го вопроса i -го анкетированного, а, значит, его компетентность [3]:

$$a_i = 1 - \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \varepsilon_{ij} \quad (9)$$

После произведенных расчетов, можно вычислить оценку каждого вопроса анкеты по данной причине непосещаемости по соотношению:

$$\omega_j^* = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i \omega_{ij}}{\sum_{i=1}^N \alpha_i} \quad (10)$$

В конечном итоге, появляется возможность рассчитать весовой коэффициент каждого вопроса анкеты, полученный в результате прохождения анкетирования по формуле:

$$\gamma_j^* = \frac{\sum_{i=1}^N \beta_{ij}}{\sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^N \beta_{ij}} \quad (11)$$

Затем вычислим результирующую оценку вопросов анкеты по возможным причинам непосещаемости по каждой из дисциплин каждого преподавателя:

$$\omega^* = \sum_{j=1}^M \gamma_j^* \omega_j \quad (12)$$

После всех расчетов необходимо сравнить полученное значение с эталонным значением, если рассчитанное значение будет больше эталонного, значит студенты пропускают занятия без определенной причины, а если оно меньше, то следует посмотреть на какой из вопросов в анкете анкетированные дали худшие ответы, а затем передать эти данные в учебный отдел для дальнейшего анализа.

Список литературы

1. Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернатив в технике. – М.: Радио и связь, 1984.
2. Контроль деятельности педагогов "глазами обучаемых" / В. Е. Дидрих, В. А. Дикарев // Открытое образование. - 2001. - № 3. - С. 49-54.
3. Макаров И.М. и др. Теория выбора и принятия решений. – М.: Наука, 1982.

**О ВЛИЯНИИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ФИЛЬТРОТКАНИ И ХАРАКТЕРИСТИК
ПУЛЬПЫ НА РАБОТУ СИСТЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВАКУУМ-ФИЛЬТРА**
**ABOUT INFLUENCE OF FILTRATION FABRIC POLLUTION AND PULP
CHARACTERISTICS ON OPERATION OF THE VACUUM FILTER EFFICIENCY
EXTREME CONTROL SYSTEM**

Ерёменко Ю. И., Халапян С. Ю., Анпилов А. О.

Eremenko Y. I., Khalapyan S. Y.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

erem49@mail.ru, cx@hotmail.ru, alexandr7432@rambler.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42, 8-951-763-75-26

***Аннотация.** Основной задачей данного исследования является интенсификации процесса фильтрации железорудного концентрата. Рассматривается построение многопараметрического экстремально-нечёткого регулятора, который входит в состав разработанной системы управления процессом фильтрации.*

***Abstract.** The main objective of this study is intensification the of iron ore concentrate filtration process. The construction of a multiparameter extreme-fuzzy regulator, which is part of the developed filtration process control system is considering.*

Ключевые слова: дисковый вакуум-фильтр; фильтрация; железорудный концентрат; максимизация производительности; автоматическая система управления; экстремальное регулирование.

Keywords: disk vacuum filter; filtration; iron ore concentrate; maximization of efficiency; automatic control system; extreme control.

Основной целью настоящего исследования является повышение производительности процесса фильтрации железорудного концентрата на дисковых вакуум-фильтрах при условии стабилизации влажности выходного продукта на требуемом технологией уровне.

Дисковые вакуум-фильтры широко применяются на предприятиях горно-металлургического комплекса. Процесс вакуумной фильтрации железорудного

концентрата является очень энергозатратным и имеет низкую степень автоматизации, а также оказывает сильное влияние на производительность передела, качество и себестоимость выходного продукта [1]. Всё вышеперечисленное подтверждает актуальность данного исследования.

На основе работ [2] - [4] была разработана система автоматического управления процессом фильтрации железорудного концентрата. В состав данной системы управления входят следующие контуры регулирования: удельной производительности, влажности осадка, плотности и уровня пульпы в ванне вакуум-фильтра, уровня пульпы в пульподелителе и разрежения в зоне набора осадка.

В полученной системе управления процессом фильтрации железорудного концентрата за счёт экстремального регулирования удельной производительности дискового вакуум-фильтра производится её максимизация. Она производится за счёт определения оптимальных заданий для контуров регулирования плотности пульпы в ванне фильтра и разрежения в зоне набора осадка в условиях изменения с течением времени суммарного удельного сопротивления осадка и фильтроткани, которые вызваны изменением фильтруемости концентрата в пульпе питания фильтра и загрязнённости фильтроткани на его секторах. Величину и направление шага изменения заданий и моменты переключения между контурами будет вычислять разрабатываемый многопараметрический экстремально-нечёткий регулятор, алгоритм работы которого предполагается организовать основе аппарата нечёткой логики.

В результате проведённых ранее экспериментов [2] было принято решение использовать в качестве входов экстремально-нечёткого регулятора: 1) значение модуля средней скорости изменения положения задвижки, установленной на трубопроводе разрежения – параметр, характеризующий суммарное удельное сопротивление осадка и фильтроткани; 2) значение разности текущей удельной производительности вакуум-фильтра и его удельной производительности на предыдущем шаге работы экстремального регулятора – параметр, характеризующий степень приближения к экстремуму (максимуму) производительности фильтра. Выходами рассматриваемого регулятора являются задание по плотности пульпы питания фильтра и задание по разрежению в зоне набора осадка.

Для создания алгоритма функционирования экстремально-нечёткого регулятора необходимо иметь представление о влиянии фильтруемости концентрата в пульпе питания фильтра и загрязнённости фильтроткани на его секторах на второй входной параметр экстремально-нечёткого регулятора. Для выявления необходимых зависимостей была построена модель разработанной системы управления процессом фильтрации

железородного концентрата. В результате проведённых экспериментов на полученной модели были получены следующие графики, представленные на рис. 1 и 2.

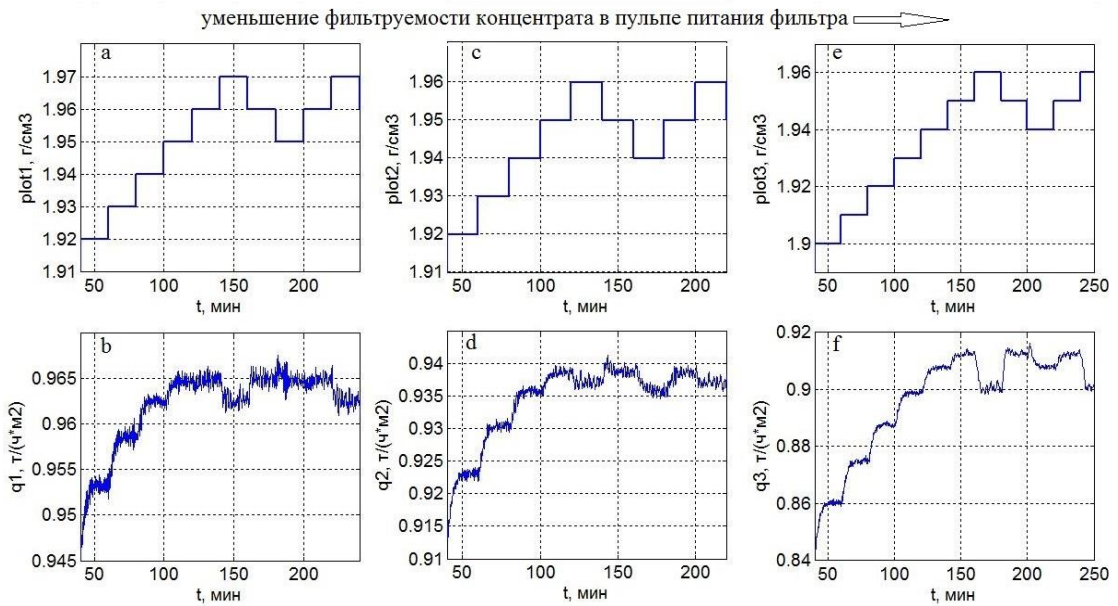


Рис.1. Графики изменения задания плотности пульпы и удельной производительности фильтра при различной фильтруемости концентрата

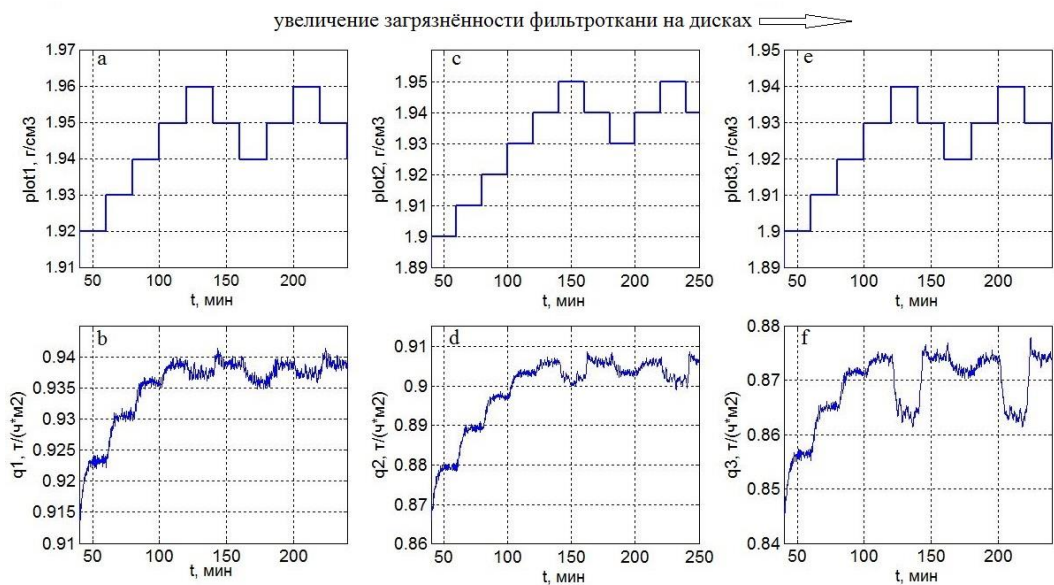


Рис.2. Графики изменения задания плотности пульпы и удельной производительности фильтра при различной загрязнённости фильтроткани

По графикам, представленным на рис. 1 и 2 видно, что при уменьшении фильтруемости концентрата в пульпе питания фильтра значения оптимального задания плотности пульпы и максимальной удельной производительности снижаются, например, на графике (рис. 1(a)) оптимальное задание плотности пульпы равно $1,96 \text{ г/см}^3$, а графике (рис. 1(c)) – $1,95 \text{ г/см}^3$. При этом графику (рис. 1(a)) соответствует значение максимальной удельной производительности равное $0,963 \text{ т/(ч*м}^2)$ (рис. 1(b)), а графику (рис. 1(c)) – $0,938 \text{ т/(ч*м}^2)$ (рис. 1(d)). При увеличении загрязнённости фильтроткани на дисках значения оптимального задания плотности пульпы и максимальной удельной производительности также снижаются, например, на графике (рис. 2(c)) оптимальное задание плотности пульпы равно $1,94 \text{ г/см}^3$, а графике (рис. 1(e)) – $1,93 \text{ г/см}^3$. При этом графику (рис. 2(c)) соответствует значение максимальной удельной производительности равное $0,903 \text{ т/(ч*м}^2)$ (рис. 2(d)), а графику (рис. 2(e)) – $0,87 \text{ т/(ч*м}^2)$ (рис. 2(f)).

Анализ экспериментальных данных показал, что в обоих рассматриваемых случаях одинаковое изменение задания плотности пульпы (например, с $1,92 \text{ г/см}^3$ до $1,93 \text{ г/см}^3$) в шести проведённых экспериментах приводит к разным значениям второго входного параметра экстремально-нечёткого регулятора. Так например на графике (рис. 2(b)) $\Delta_q = 0,007 \text{ т/(ч*м}^2)$, а на графике (рис. 2(f)) $\Delta_q = 0,002 \text{ т/(ч*м}^2)$, так как экстремум производительности изменился в связи с ростом загрязнённости фильтроткани. Можно сделать вывод, что при работе алгоритма экстремального регулятора изменение знака разности текущей удельной производительности вакуум-фильтра и его удельной производительности на предыдущем шаге работы алгоритма может означать не только, что экстремум найден, но и что экстремум сместился из-за изменения загрязнённости фильтроткани на дисках и/или фильтруемости концентрата в пульпе питания.

В данном исследовании в результате анализа полученных экспериментальных данных было установлено, что второй входной параметр экстремально-нечёткого регулятора, характеризующий степень приближения к экстремуму производительности фильтра зависит также от загрязнённости фильтроткани на дисках и фильтруемости концентрата в пульпе питания. Данное обстоятельство необходимо учесть при создании алгоритма функционирования разрабатываемого экстремально-нечёткого регулятора.

Исследование проведено при финансовой поддержке прикладных научных исследований Министерством образования и науки Российской Федерации, договор № 14.575.21.0133 (RFMEFI57517X0133).

Список литературы

1. Сафонов Д.Н. Управление процессом разделения технологических пульп медно-никелевого производства в современных фильтр-прессах: дис. ... канд. тех. наук: 05.13.06. СПб., 2012. 120 с.
2. Еременко Ю.И., Халапян С.Ю., Анпилов А.О. Автоматизация процесса обезвоживания с использованием косвенных измерений на основе нейросетевой модели дискового вакуум-фильтра // Современные сложные системы управления: материалы Двенадцатой международной научно-практической конференции. Липецк. 2017. С. 220-224.
3. Гольберт Ю.С., Гонтаренко А.А. Обезвоживание концентратов черных металлов / Москва, 1986. 182 с.
4. Процессы и оборудование для обезвоживания руд / Гольберт Ю.С. [и др.]. Москва, 1977. 168 с.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА УЧАСТНИКОВ
КОАЛИЦИОННЫХ ПРОГРАММ ЛОЯЛЬНОСТИ
DESIGNING OF THE INFORMATION SYSTEM OF ACCOUNTING PARTICIPANTS
OF COALITION PROGRAMS OF LOYALTY**

Ковтун Н.И.

Kovtun N.I.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Sary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Sary Oskol*

kovtun-n-i@yandex.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** В статье рассматривается процесс проектирования информационной системы учета участников коалиционных программ лояльности, которая бы позволяла оценивать эффективность программы лояльности для конкретной фирмы.*

***Abstract.** The article deals with the process of designing an information system of accounting for participants of coalition loyalty programs, which would allow to evaluate the effectiveness of the loyalty program for a particular company.*

Ключевые слова: Коалиционная программа лояльности; декомпозиция потоков данных; инфологическая модель; информационная система.

Keywords: Coalition loyalty program; data flow decomposition; infological model; information system.

В современных условиях развитой конкуренции важнейшей задачей многих торговых предприятий становится удержание клиентов. Для удержания постоянных клиентов, увеличения среднего чека, а также привлечения новых клиентов компаниями разрабатываются программы лояльности, например, на основе дисконтных карт.

Программа лояльности – система последовательных действий, направленных на установление и поддержание доверительных отношений с клиентом, увеличение их ценности и уменьшение вероятности оттока клиентов [1].

Наиболее эффективно использовать коалиционные программы лояльности, которые объединяют партнёров из нескольких сфер бизнеса, примерно равного веса в

своих сегментах и имеющих схожую целевую аудиторию. Участие в коалиционной программе существенно снижает затраты на её поддержку и при этом считается, что увеличивает её привлекательность в глазах потребителя. Такой вид программы стимулирования потребительской активности позволяет учитывать клиентские предпочтения в разных аспектах потребления, при этом ожидается дополнительный эффект от программы — привлечение новых клиентов за счет обмена клиентской базой с другими предприятиями-партнерами.

Коалиционная программа лояльности максимально выгодна в том случае, когда ее организацией и развитием занимается независимая компания, которая имеет в своем штате высококвалифицированных специалистов в области маркетинга с опытом построения индивидуальных программ лояльности, а соответственно, актуальной задачей является разработка автоматизированной информационной системы учета участников коалиционных программ лояльности.

Рассмотрим процесс взаимоотношений с партнерами для компании – организатора программы лояльности в виде модели «черный ящик» (рис. 1).



Рис. 1. Модель «черный ящик» управления взаимоотношениями с партнерами

Входной информацией является информация об организации, ее юридические данные и характеристики, заявки на участие от организаций в дисконтной системе, договоры, в которых отражаются условия сделок, данные о покупках по картам в той или иной компании.

Исходящими данными являются коммерческие предложения, инструкции по работе с картами, карты, каталоги, анализ эффективности программы лояльности.

Для оптимального управления взаимоотношениями с партнерами компания-организатор программы лояльности должна включать отдел развития и отдел сопровождения фирм – участников коалиционных программ лояльности.

Отделом развития ведутся переговоры с потенциальными партнерами и передаются отделу сопровождения договоры, отдел сопровождения ведет дальнейшую работу с организацией, проводит анализ эффективности программы лояльности и перезаключает договоры. Если договор расторгается, то предприятие выходит из дисконтной системы и

передается в разработку для новых коммерческих предложений отделу развития. Поток данных между отделами рассмотрены на рис. 2.



Рис. 2. Поток данных между отделами

Проведем декомпозицию потоков данных в отделах развития и сопровождения (рис. 3 и 4).

Из различных источников поступает информация об организациях и заявки на участие, которые вносятся в базу данных. Вся полученная информация используется при переговорах, во время которых выявляются потребности конкретной фирмы, и составляется коммерческое предложение, после презентации которого ведется работа с возражениями. Во время переговоров формируются условия сделки и подписывается договор, информация о котором также вносится в базу данных.

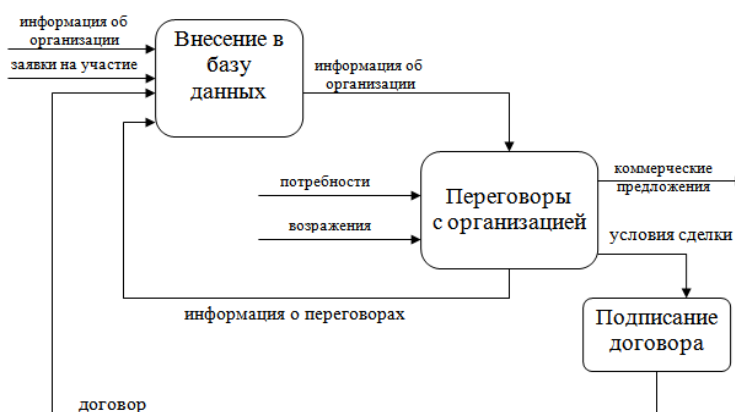


Рис. 3. Поток данных в отделе развития

Вся информация об организации и договоре передается отделу сопровождения, которым проводится обработка условий сделки и обслуживание партнеров. Формируется заказ карт и каталогов для рекламы и периодической информации о скидках для держателей карт. Готовые каталоги и карты передаются в торговые точки организаций для распространения среди клиентов.

При работе с торговыми точками происходит их оформление, инструктаж продавцов по приему дисконтных карт и проводится анализ эффективности программы

лояльности в конкретной организации. В случае перезаключения договора продолжается обслуживание организации, в случае выхода из дисконтной системы данные о расторжении договора передаются в отдел развития.



Рис. 4. Поток данных в отделе сопровождения

Инфологическая модель разрабатываемой информационной системы представлена на рис. 5.

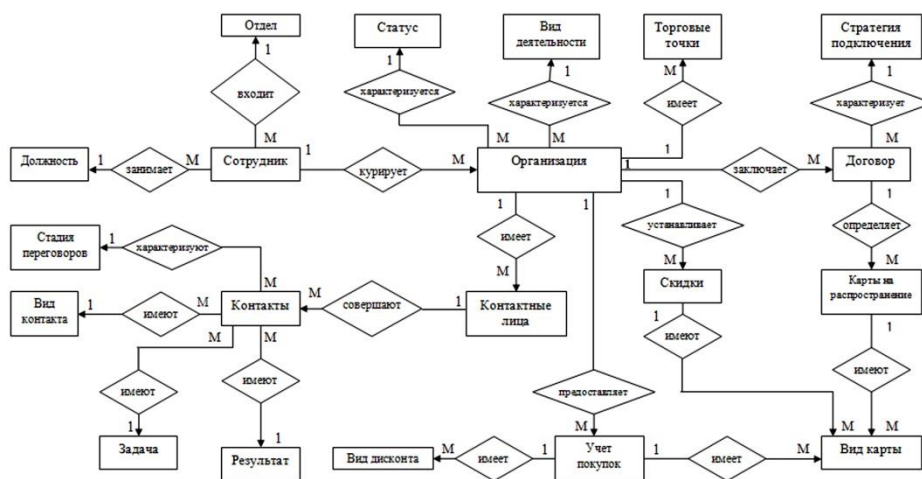


Рис. 5. Инфологическая модель данных

Основными конструктивными элементами инфологических моделей являются сущности, связи между ними и их свойства (атрибуты) [2].

Сущность «Сотрудник» идентифицируется табельным номером, характеризуется ФИО и связана с сущностью «Организация» отношением 1:М, с сущностью «Отдел» М:1, сущностью «Должность» М:1.

Сущность «Организация» идентифицируется ОГРН. Здесь будет храниться основная информация обо всех организациях. Сущность характеризуется: Юр. названием, ИНН/КПП, сайтом, e-mail, дополнительными сведениями. Сущность «Организация» связана со следующими сущностями: «Контактные лица» отношением 1:М; «Договор» отношением 1:М; «Торговые точки» отношением 1:М; «Учет покупок» отношением 1:М;

«Вид деятельности» отношением М:1; «Статус» отношением М:1; «Скидки» отношением 1:М. Сущность «Контактные лица» связана с сущностью «Контакты» отношением 1:М, которая характеризует контакты с организацией. Сущность «Контакты» характеризуется Отчетом о контакте и связана со следующими сущностями: отношением М:1 с сущностью «Стадия переговоров»; отношением М:1 с сущностью «Вид контакта»; отношением М:1 с сущностью «Задача»; отношением М:1 с сущностью «Результат».

Сущность «Договор» идентифицируется номером договора, содержит данные о подписанном договоре с организацией, характеризуется датой заключения, датой перезаключения, ценой договора. Сущность «Договор» связана со следующими сущностями: отношением М:1 с сущностью «Стратегия подключения»; отношением 1:М с сущностью «Карты на распространение».

Сущность «Учет покупок» отражает данные покупок по картам, характеризуется датой покупки, суммой покупки и связана с сущностями: отношением 1:М с сущностью «Вид карты»; отношением 1:М с сущностью «Вид дисконта».

Сущность «Скидки» характеризуется размером скидки и связана с сущностью «Вид карты» отношением 1:М.

Для того чтобы оценить эффективность программы лояльности для конкретной фирмы, необходимо определить, насколько лояльны к торгово-сервисному предприятию покупатели – владельцы дисконтных карт. Проектируемая ИС позволяет использовать для этого данные о покупках по картам. Достаточно проанализировать несколько отчетов и пронаблюдать динамику изменений следующих показателей:

1. Сумма обращений всего (показывает общий оборот по картам).
2. Сумма обращений по картам целевого проекта, выданным вне данной организации (показывает оборот по картам среди новых клиентов, полученных от участия в целевом проекте).
3. Сумма обращений по картам, выданным вне данной организации (показывает оборот по картам среди новых клиентов для данной организации, но вне целевого проекта).
4. Процент обращения по сторонним картам.
5. Средний чек по картам (руб.).

Список литературы

1. Макарова Т. Н. Поведение потребителей: практикум - Москва, Берлин: Директ-Медиа, 2015 - 66 с.
2. Жданов С. А., Соболева М. Л., Алфимова А. С. Информационные системы: учебник - Москва: Прометей, 2015 - 302 с.

**РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ
ТЕСТ-ДРАЙВА НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО САЛОНА «КИА РУС
МОТОРС»**

**MODULE DEVELOPMENT INFORMATION SYSTEM TO CONDUCT THE TEST
DRIVE FOR EXAMPLE MOTOR SHOW «KIA MOTORS RUS»**

Урнев Д.В.⁽¹⁾, Михайлюк Е.А.⁽¹⁾, Шафоростова Е.Н.⁽²⁾

Urnew D. V., Mikhailuk E.A., Shaforostova E.N.

¹Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Россия, г. Старый Оскол

²ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Россия, г. Москва

¹Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS», Russia, Stary Oskol

²National University of Science and Technology «MISIS», Russia, Moscow

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** В работе рассматриваются бизнес - процессы, необходимые для учета реализации автомобилей в автосалоне. Предлагается дополнить готовую информационную систему модулем по проведению тест-драйва.*

***Abstract.** The paper discusses the business processes necessary to account for the implementation of cars in the motor show. It is proposed to Supplement the ready information system with a module for the test drive.*

Ключевые слова: автоматизация информационных процессов, бизнес-процесс, диаграмма потоков.

Keywords: automation of information processes, business process, flow diagram.

В настоящее время, в автосалонах КИА, при проведении «Тест-Драйвов» все отзывы клиентов, касающихся в оценки агрегатов тестируемых автомобилей, формируются вручную и «на бумаге». В последующей работе компании эти отзывы нигде не учитываются, хотя и носят большой информативный характер.

Целью данной работы является проектирование автоматизированной информационной системы (АИС) организации и проведения «Тест-Драйвов» в автосалоне, с последующей обработкой отзывов у клиентов по тому или иному автомобилю. Современным решением данной задачи является разработка АИС на базе Visual Studio включающая в себя интегрированную среду разработки программного

обеспечения и ряд других инструментальных средств. Данный продукт позволяет разрабатывать приложения с графическим интерфейсом, в том числе с поддержкой технологии Windows Forms, а также веб-сайты, веб-приложения, веб-службы как в родном, так и в управляемом кодах для всех платформ, поддерживаемых Windows, Windows Mobile, Windows CE, .NET Framework, Xbox, Windows Phone .NET Compact Framework и Silverlight [1].

Анализ предметной области позволил выявить ряд недостатков:

- несовершенство организации сбора и регистрации исходящей информации;
- низкая оперативность и качество обработки информации, снижающая эффективность управления объектом;
- отсутствие различных электронных форм отчетов по собранной информации в качестве статистики для улучшения качества производимых автомобилей и обслуживания клиентов.

Рассматриваемые бизнес - процессы, необходимые для учета реализации автомобилей в автосалоне, приведены на функциональной модели IDEF0 [2, 3]:

1. Обслуживание клиента – общение с клиентом и выявления его предпочтений
2. Проведение «Тест-драйва» для последующего формирования правильного подбора автомобиля
3. Оформление покупки и формирование отчетных документов:
 - Формирование акта выполнения работ
 - Осмотр и передача автомобиля клиенту
 - Предоставление отчетных документов

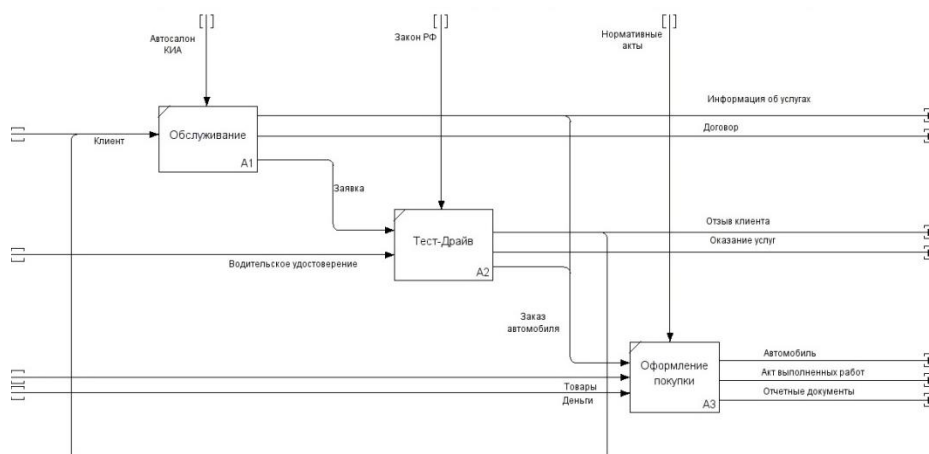


Рис. 1. IDEF0-модель процесса покупки автомобиля в автосалоне «КИА РУС МОТОРС»

В результате внедрения АИС ожидаются следующие преимущества:

- оперативный сбор информации, касающейся оценки потенциальным покупателем конкретного автомобиля из всего модельного ряда;
- улучшение качества продаваемой продукции и услуг;
- сбор актуальной информации для последующей обработки и создания статистики для руководства компании;
- повышение качества обслуживания клиентов;
- получение отзывов о возможных недостатках работы автосалона.

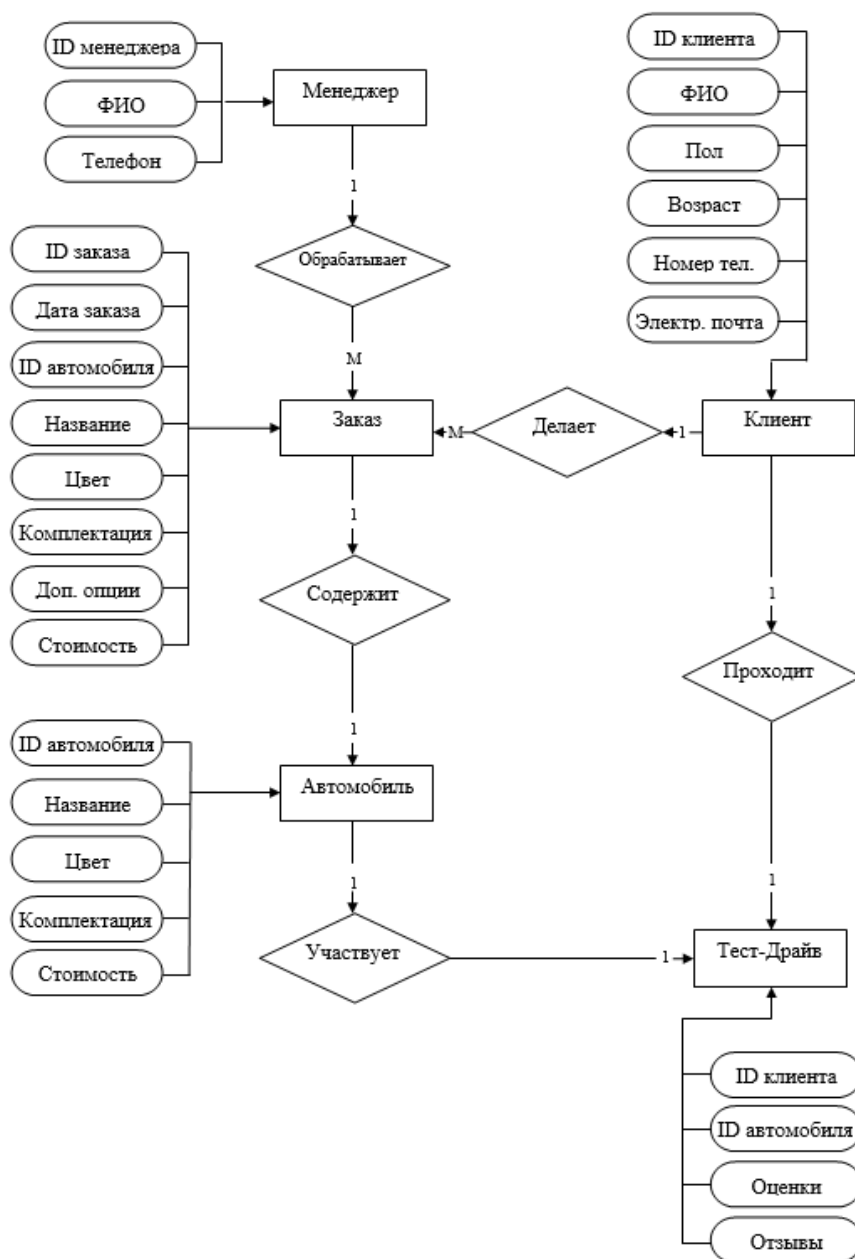


Рис.2. Инфологическая модель

Создание собственной автоматизированной системы позволит учесть все особенности проведения тест-драйвов в автосалоне и собирать отзывы от клиентов.

Ожидаемый эффект от внедрения:

1. Актуальность – возможность оперативно отражать данные в системе.
2. Полнота информации, то есть предоставление максимально полной информации о работе автосалона [4, 5]
3. Непротиворечивость и достоверность данных.
4. Консолидация сведений на предприятии.

Список литературы

1. Джексон Т. Интерфейс информационных систем. – М.: Инфра, 2014г., 252 с.
2. Хомоненко А.Д., Цыганков В.М., Мальцев М.Г. «Базы данных» – СПб.: КОРОНА принт, 2013 г., 156 с.
3. Бураков П.В., В.Ю. Петров. Введение в системы баз данных: учебное пособие.- СПб.: Санкт-Петербург, 2015.- 130 с.
4. Шлее Макс. Qt 4: Профессиональное программирование на C++. - СПб.: «БХВ-Петербург», 2007. - 880 с.
5. Н.Культин “С/С++ в задачах и примерах 2-е издание”, 2012, 224 с.

УДК 681.5

**АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДА
ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ
ANALYSIS OF DYNAMIC PROCESSES IN SYSTEMS OF AC ELECTRIC DRIVE OF
INDUSTRIAL MECHANISMS**

Моторина Н.П.¹, Тетеревлева Е.В.²

Motorina N.P.¹, Teterevleva E.V.²

¹ *Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Старый Оскол*

² *Ухтинский государственный технический университет (УГТУ), г.Ухта*

motorina_np@mail.ru eteterevleva@ugtu.net

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology
"MISiS", Russia, Stary Oskol*

Ukhta State Technical University (USTU), Ukhta

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** Рассмотрено современное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов. Отмечены преимущества управляемых электроприводов переменного тока. Предложен оптимальный вариант анализа многоконтурных структур регулирования координат.*

***Abstract.** The modern algorithmic support of frequency-controlled electric drives is considered. The advantages of controlled AC drives are noted. The optimal variant of the analysis of multi-contour structures of coordinate regulation is proposed.*

Ключевые слова: электрический привод; управление электроприводами; структура системы управления.

Key words: electric drive; electric drive control; control system structure

Разработка высокопроизводительных, компактных и экономичных систем электропривода является приоритетным направлением развития современной техники. В настоящих условиях на производстве мероприятия по улучшению энергетических показателей являются одними из первоочередных. Улучшения основных показателей потребителей электроэнергии можно добиться путем внедрения новых алгоритмов управления. Ведение технологических процессов в нужном, автоматически поддерживаемом, режиме сокращает непроизводительные затраты электроэнергии. В установках, осуществляющих подачу сыпучих материалов, воды, воздуха и др. материалов имеется возможность экономить не только электроэнергию, но и другие ресурсы за счет выбора производительности машин и механизмов, обеспечивающих

необходимые в данный момент объемы подачи. Наиболее экономичным способом регулирования производительности механизмов и технологических процессов является изменение скорости движения приводного двигателя.

На промышленных предприятиях, в том числе горнодобывающих и металлургических существует тенденция к переводу действующих электроприводов постоянного тока на переменные токи и нерегулируемых электроприводов на регулируемые. Машины постоянного тока (МПТ) обеспечивают высокое качество регулирования основных параметров электропривода – скорости и момента, но динамические свойства систем электроприводов постоянного тока ухудшаются большими моментами инерции МПТ, а неоднократное преобразование энергии ухудшает энергетические характеристики.

В настоящее время российские и зарубежные производители поставляют на рынок преобразователи частоты с алгоритмами управления, обеспечивающими динамические характеристики электроприводов переменного тока для тяжелых условий эксплуатации не хуже, и даже лучше характеристик электроприводов постоянного тока. Тем не менее, структуры систем управления асинхронными электроприводами, сложившиеся в настоящее время, требуют дальнейшего совершенствования [1].

Общепринятым подходом к анализу основных динамических процессов электропривода является первоначальное определение структуры и параметров объекта. Реальные механические устройства сводятся к определенной расчетной схеме, на которой отдельные элементы с распределенными параметрами заменяются эквивалентными приведенными, связанные между собой упругими элементами конечной жесткости и имеющими сосредоточенную массу [2]. Построение любого регулятора начинается с определения структуры и параметров объекта управления.

Такой подход к анализу и моделированию считается оптимальным и наиболее достоверным, но в большинстве случаев в электроприводах с частотными преобразователями неизвестны структура и параметры механической части. Потребуются дополнительные затраты времени и средств для изучения конкретной установки [3]. Однако, системы регулирования скорости, созданные на основе паспортных данных двигателей и имеющие жесткую структуру регулятора, на практике имеют неустойчивость в работе, колебательные режимы, более продолжительный набор скорости, перерегулирования скорости. Все это непосредственно влияет на производительность механизмов, качество технологических процессов и т.п.

Возможно улучшение качества регулирования системы при выполнении ее адаптивной, но в этом случае потребуются более значительные затраты времени,

ресурсов. Отдельные ситуации при резких изменениях параметров системы могут иметь решение при использовании нечеткой логики.

Рассмотрим настройки контуров системы регулирования. Стандартная настройка контура регулирования скорости на оптимум по модулю широко используется на практике в связи с благоприятным характером протекания переходных процессов для преимущественной части электроприводов и простой технической реализацией. Однако, как было установлено, точность регулирования скорости при малых моментах инерции электропривода может оказаться ниже, чем в разомкнутых системах электропривода, что не всегда удовлетворяет предъявляемые требования. В таких случаях прибегают к увеличению порядка астатизма системы по отношению к воздействию нагрузки для многоконтурных унифицированных структур регулирования координат [2].

Приведем структурную схему контура скорости в двухконтурной системе регулирования при настройке на симметричный оптимум (рис.1).

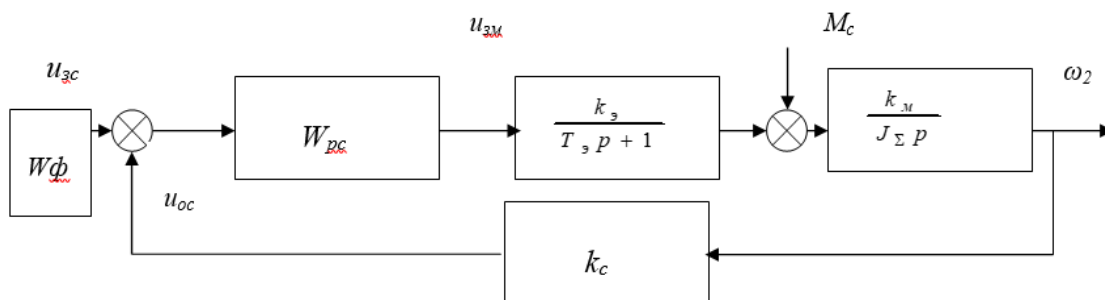


Рис.1 Структурная схема контура скорости в двухконтурной системе регулирования при настройке на симметричный оптимум.

Составим передаточную функцию контура скорости при настройке его на симметричный оптимум и приравняем ее низкочастотному фильтру Баттерворса третьего порядка [2]:

$$W_{pc}^{co}(p) = W_{pc} \cdot \frac{k_3}{T_3 \cdot p + 1} \cdot \frac{k_M}{J_\Sigma \cdot p} \cdot k_c = \frac{4 \cdot T_\phi \cdot p + 1}{8 \cdot T_\phi^2 \cdot p^2 \cdot (T_\phi \cdot p + 1)}$$

Приравняем постоянные времени $T_\Sigma = T_\phi$ и, решая уравнение относительно функции регулятора скорости, получим:

$$W_{pc} = \frac{J_\Sigma}{2 \cdot T_3 \cdot k_M \cdot k_3 \cdot k_c} \cdot \frac{4 \cdot T_3 \cdot p + 1}{4 \cdot T_3 \cdot p}$$

В составе передаточной функции регулятора скорости получено форсирующее звено $(4T_3p+1)$, дающее большую длительность переходного процесса и определяющее

более высокое перерегулирование. Для компенсации форсирующей составляющей на входе контура поставим фильтр с передаточной функцией:

$$W_{\phi} = \frac{1}{4 \cdot T_{\sigma} \cdot p}.$$

Устранение погрешности системы при работе под нагрузкой на малых моментах выполнено путем увеличения порядка астатизма системы по отношению к воздействию нагрузки. Эти действия привели к значительному усложнению системы и снижению ее динамических свойств [3].

Сложности возникают и при определении входящего в дополнительные к паспортным данным значения приведенного момента инерции J_{Σ} , определить который в условиях реального производства затруднительно. Трудность состоит в том, что реальное механическое оборудование, например, подъемно-транспортное устройство, состоит из крупных узлов и деталей, имеющих конечную жесткость и большую массу инерции. Реально такие установки представляют собой сложную многомассовую упругосвязанную систему, анализ которых еще более сложен. В процессе работы у такого оборудования часто и резко изменяется нагрузка, меняется момент инерции и приведенный момент инерции на валу двигателя.

Список литературы

1. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов. [Текст] / А.Е. Козярук, В.В. Рудаков // СПб.: Санкт-Петербургская электротехническая компания, 2004.—128с.
2. Башарин А.В. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов [Текст] /А.В. Башарин, В.А. Новиков, Г.Г. Соколовский // Л.: Энергоатомиздат, 1982.- 392с.
3. Левин П.Н. Динамика асинхронного двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором при питании от преобразователя частоты. [Текст] /П.Н. Левин // Сборник научных трудов преподавателей и сотрудников, посвященный 45-летию Липецкого государственного технического университета. Часть 3 // Липецк: ЛГТУ, 2001.—с.37-39.
4. Ключев В.И. Теория электропривода. [Текст] // М.: Энергоатомиздат, 2001.- 704с.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ
IMPROVEMENT OF POWER SUPPLY SYSTEMS TECHNOLOGICAL COMPLEX**

Моторина Н.П.¹, Тетеревлева Е.В.²

Motorina N.P.¹, Teterevleva E.V.²

¹ Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», Старый Оскол

² Ухтинский государственный технический университет (УГТУ), г. Ухта

motorina_np@mail.ru eteterevleva@ugtu.net

Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology

"MISiS", Russia, Stary Oskol

Ukhta State Technical University (USTU), Ukhta

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

Аннотация. Рассмотрено электроснабжение технологических комплексов с электроприводами. Выделены источники автономного электроснабжения для предприятий нефтяной и газовой промышленности.

Abstract. Power supply of technological complexes with electric drives is considered. The sources of autonomous power supply for the oil and gas industry are identified.

Ключевые слова: электроснабжение технологических комплексов; автономные источники питания; схемы автономного электроснабжения.

Key words: power supply of technological complexes; autonomous power sources; schemes of Autonomous power supply.

Предприятия нефтяной и газовой промышленности имеют технологические комплексы постоянного и переменного тока, электроснабжение которых осуществляется от независимых или автономных источников электроэнергии. Характерны технологические комплексы предприятий, осуществляющие магистральный транспорт нефти и газа, разведывательное бурение, добычу. Необходимость автономного электроснабжения может быть обусловлена различными факторами.

Автономное электроснабжение является целесообразным для объектов, расположенных в отдаленных районах. В электроэнергетике нефтяной и газовой промышленности, а также в других отраслях промышленности, стал приоритетным перевод объектов на автономное электроснабжение по причинам низкой надежности внешнего электроснабжения и высокой стоимости тарифов на электроэнергию [1].

Согласно регламенту ПАО «Транснефть» по диагностике электрооборудования, надежность – это свойство энергооборудования нефтеперекачивающей станции (НПС) сохранять во времени способность к выполнению требуемых функций при условии соблюдения правил эксплуатации, предусмотренных нормативно-технической и эксплуатационной документацией [1]. Обычно СЭС должна обеспечивать бесперебойное питание электроэнергией, сохраняя качество электроэнергии в пределах, обусловленных действующими нормативами. Бесперебойное питание предусматривает такие режимы работы СЭС, при которых возможные кратковременные перерывы питания по своей продолжительности не приводят к расстройству технологического процесса или к авариям в электрической или технологической части предприятия [2].

Применительно к магистральным нефтепроводам на основании этих требований можно выделить объекты определенных категорий по надежности электроснабжения в соответствии с ПУЭ. К первой категории можно отнести всю НПС (электродвигатели магистральных и подпорных насосов, вспомогательных механизмов, обеспечивающих нормальный режим насосных агрегатов), на линейной части – электропривод береговых задвижек и ПКУ. К особой группе электроприемников в составе НПС относят: щиты управления, устройства связи, электроприводы основных технологических задвижек с коммутационными аппаратами, аварийное освещение, системы вентиляции во взрывоопасных зонах, системы пожаротушения, откачки утечек, оборотного водоснабжения, отопления [2].

Одновременно с процессом перевода большого количества объектов на автономное электроснабжение происходит оснащение технологических комплексов автоматизированными частотно-регулируемыми электроприводами и изменение требований к качеству электроэнергии [1].

Для электроснабжения особой группы электроприемников первой категории должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаимно резервирующего источника питания, в качестве которого могут быть использованы местные электростанции. На НПС используют одну или несколько дизельных электростанций (ДЭС) мощностью 200...630 кВт, расположенную обычно в отдельном блок-боксе [2].

Источники гарантированного питания (ИГП) являются источниками переменного тока и предназначены для: обеспечения бесперебойного электроснабжения системы маслоснабжения и систем автоматизации НПС и других площадочных объектов магистральных нефтепроводов (нефтепродуктопроводов); обеспечения безаварийной остановки магистральных (подпорных) насосных агрегатов при полном исчезновении

внешнего электроснабжения; поддержания условий для возможности самозапуска электродвигателей магистральных и подпорных агрегатов при кратковременных исчезновениях напряжения внешнего электроснабжения. ИГП обеспечивает качество электроснабжения подключенных к ним потребителей в соответствии с требованиями ГОСТ при работе от сети, от дизель-генератора и в автономном режиме при работе от аккумуляторной батареи [2].

Автономные СЭС требуют решения ряда задач. Одна из них обусловлена тем, что существующие автономные источники электроэнергии не позволяют во многих случаях генерировать электроэнергию с параметрами, удовлетворяющими требованиям нормативных документов. Генераторы, выполненные на базе различных первичных двигателей, не могут работать в номинальном режиме при жесткой зависимости мгновенной мощности источников от графиков электрических нагрузок. Мощность автономных СЭС недоиспользуется, снижается КПД, идет непроизводительный расход топлива при переменном характере нагрузок.

Снизить стоимость добычи и магистрального транспорта углеводородного сырья, способствовать экономии топливно-энергетических ресурсов автономных СЭС может совершенствование автономных СЭС, тем более, что доля автономных источников в нефтяной, газовой и др. отраслях промышленности растет [3].

В [1,3] предложен принцип построения автономных систем электроснабжения технологических комплексов, основанный на суммировании мощности генераторов на общей шине постоянного тока. На основе этого строится схема автономной СЭС технологического комплекса с регулируемым электроприводом в качестве нагрузки, обладающей функциональной возможностью оперативного изменения структуры системы при изменении нагрузки.

Характерными примерами технологических комплексов с частотно-регулируемыми электроприводами, электроснабжение которых частично или полностью осуществляется от автономных источников, можно рассматривать буровые установки, нефтеперекачивающие станции и компрессорные станции магистральных газопроводов.

Анализируя схемы и режимы работы СЭС таких комплексов, дизельные, газотурбинные агрегаты и ИГП, можно отразить укрупненной схемой автономные СЭС технологических комплексов с частотно-регулируемым электроприводом в качестве нагрузки, которая показана на рис. 1. Источником электрической энергии является совокупность N генераторов $G_k (k=1, \bar{N})$ с первичными двигателями $D_k (k=1, \bar{N})$. Необходимое количество генераторов может быть включено на общую шину с напряжением U_0 и частотой f_0 с помощью коммутаторов $K_{Ik} (k=1, \bar{N})$. Основная, первая

группа потребителей – частотно-регулируемые двигатели переменного тока $M_j(j=1, \dots, S)$, в технологическом процессе требуют регулирования и напряжения $U_j(j=1, \dots, S)$, и частоты $f_j(j=1, \dots, S)$. Эти потребители питаются через преобразователи частоты ПЧ $_j$ ($j=1, \dots, S$). Другая группа потребителей получает электроэнергию промышленной частоты 50 Гц от общей шины переменного тока с напряжением U_0 и частотой f_0 [3].

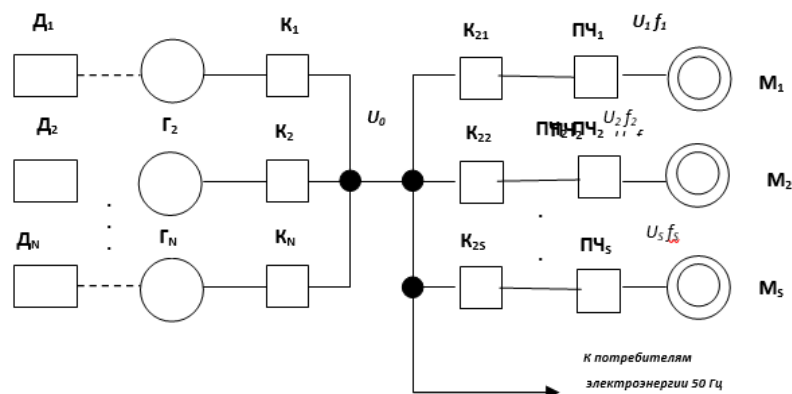


Рис. 1. Обобщенная схема автономной системы электроснабжения технологического комплекса с частотно-регулируемым электроприводом

В широких пределах изменяются параметры и режимы работы потребителей электроэнергии в виде частотно-регулируемых электроприводов, что дает огромное разнообразие графиков электрических нагрузок для питающих их генераторов и ИГП.

В настоящее время улучшение эксплуатационных характеристик автономных СЭС технологических комплексов (повышение надежности и качества электроснабжения, снижение расхода топлива), в основном, происходит за счет улучшения технических параметров и характеристик отдельных блоков и узлов совершенствуемых СЭС без изменения структуры [1].

Список литературы

1. Повышение эффективности отдельных видов энергооборудования // А.В. Коротков, Н.В. Погодин, И.И. Артюхов// Разработка, внедрение и опыт применения нового электрооборудования для нефтегазовых предприятий: материалы Всероссийского совещания энергетиков нефтяной и газовой промышленности. СПб., 2002.–С.44.
2. Регламент ПАО «Транснефть» и АО «Транснефтьэнерго». <https://transneftenergo.transneft.ru>.
3. Состояние и перспективы развития систем возбуждения синхронных генераторов, установленных на объектах ОАО «Газпром» /И.И. Артюхов, А.В. Коротков, Н.В. Погодин // Новые техника и технологии в электроэнергетике ОАО «Газпром»: материалы научно-технического совета (Москва, ноябрь 2001г.) Ч.1.–М.: ИРЦ Газпром, 2002.–С.110-114.

УДК 681.5

**РАЗРАБОТКА КОНТУРОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДОГРЕЙНЫМ КОТЛОМ
КОТЕЛЬНОЙ ГОРНОГО ЦЕХА ЗАО «ОСКОЛЦЕМЕНТ»
DEVELOPMENT OF CONTROL LOOPS HOT WATER BOILER BOILER
MOUNTAIN PLANT OF CJSC «OSKOLCEMENT»**

Уварова Л.В.

Uvarova L.V.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Sary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Sary Oskol
uva1865@mail.ru*

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

Аннотация: В статье рассматривается котельная горного цеха, которая служит для горячего водоснабжения и отопления жилых объектов, административных и промышленных объектов с принудительной циркуляцией воды. Для модернизации системы управления котельной разработаны контуры регулирования температуры, расхода газа, расхода воздуха и разрежения, которые позволят контролировать основные технологические параметры, повысят надежность системы и уменьшат эксплуатационные расходы.

Abstract: The article deals with the boiler mining plant, which is used for hot water supply and heating of residential, administrative and industrial facilities with forced water circulation. To modernize the boiler control system, temperature, gas flow, air flow and vacuum control circuits have been developed, which will allow to control the main technological parameters, increase the reliability of the system and reduce operating costs.

Ключевые слова: система управления; котельная; контуры регулирования; надежность.

Keywords: control system; boiler; control circuits; reliability.

Введение

В настоящее время управление технологическим процессом работы котельной производится машинистом-оператором. Включение дутьевого вентилятора, дымососа, поджог горелок, а так же другими механизмами ведётся с поста местного управления, имеющего различного рода управляющие ключи и кнопки, а так же световую

сигнализацию. Управление вышеуказанными механизмами и системами, осуществляется посредством релейно-контакторных схем. Подача газа, воздуха и регулирование соотношения «газ-воздух» производится вручную машинистом-оператором, согласно технологической карты. Контроль параметров процесса осуществляется по показаниям стрелочных приборов расположенных как на местном посту управления, так и возле оборудования. Состояние исполнительных механизмов контролируется по индикации на посту местного управления. Противоаварийная защита осуществляется посредством механических устройств. Всё вышесказанное приводит к выводу о необходимости модернизации существующей системы управления котельной, которая должна осуществлять регулирования температуры водяной системы котельной, путем регулирования газо-воздушной смеси на горелках.

Моделирование системы

В процессе модернизации важно учесть, что изменение текущей системы автоматизации, а также исполнительных механизмов приведет к изменению структуры. Для должной работы нового оборудования нужно разработать алгоритм действий, который учтёт все изменения, внесенные модернизацией. Проведем формализацию создаваемой системы управления, опираясь на теорию (априорная информация), учитывая данные экспериментальных результатов (апостериорная информация). Разработка математических моделей объектов реализуется этапами и их количество определено сложностью объекта изучения, сведениями о наличии связей между его параметрами и другими полезными данными. Однако, вне зависимости от количества, содержания и последовательности возможных стадий, в ходе математического моделирования всегда решаются четыре основные задачи: составление и определение параметров математической модели, испытание адекватности модели изучаемому процессу, использование модели для решения конкретных задач.

В ходе моделирования переходных процессов, для определения настроек регуляторов, необходимо конкретизировать схемы всех контуров регулирования, конкретизировать передаточные функции каждого звена всех контуров регулирования. Для этого были разработаны контуры регулирования температуры, расхода газа, расхода воздуха и разрежения [1, 2].

Для моделирования системы управления используем пакет прикладных программ MatLAB. Сначала рассмотрим связанные контуры температуры и расхода газа и воздуха (рис. 1). Входным сигналом для объекта управления в контуре регулирования расхода воздуха – электродвигателя с вентилятором, является частота питающего напряжения

поступающего с частотного преобразователя. На выходе объекта формируется расход воздуха.

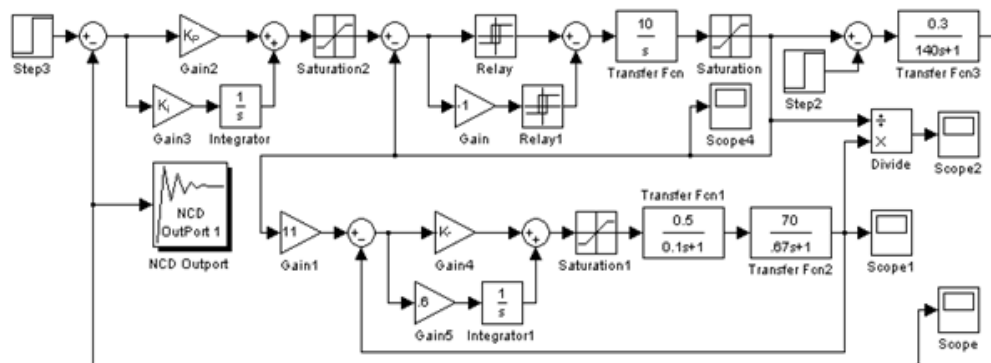


Рис. 1

Математическая модель контура регулирования разряжения представлена на рис. 2. Входным сигналом объекта управления в контуре регулирования разряжения – дымососа, является частота питающего напряжения поступающего с преобразователя частоты. На выходе объекта формируется сигнал разряжения.

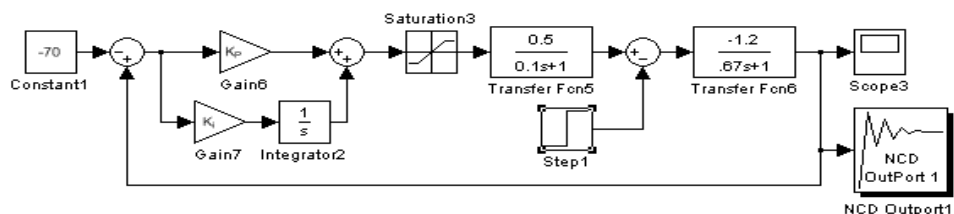


Рис.2

Заключение

Система регулирования температурой водяной системы котельной на базе разработанных математических моделей контуров регулирования позволит автоматически регулировать температуру в камере обработки, контролировать основные технологические параметры, повысить надежность системы и уменьшить эксплуатационные расходы.

Список литературы

1. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств [Text]: учебное пособие/ А, А. Иванов — М.: Форум, 2011.-224 с.
2. Дьяконов В., Круглов В., MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. - Санкт-Петербург.: Питер. 2009.-448с.

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА КОНСТРУКТОРСКОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО
ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ АО «СТАРООСКОЛЬСКИЙ ЗАВОД
АВТОТРАКТОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ИМ. А.М. МАМОНОВА»
DEVELOPING OF SOFTWARE DESIGN DOCUMENTATION BASED ON THE
SYSTEM OF ELECTRONIC DOCUMENT CIRCULATION OF THE ENTERPRISE
JSC "STARY OSKOL PLANT OF AUTOMOTIVE AND TRACTOR ELECTRICAL
EQUIPMENT OF A. M. MAMONOV»**

Кандауров А.А.

Kandaurov A.A.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** Разработка программного комплекса, целью которого будет являться снижение трудоёмкости различных операций за счёт автоматизации процессов регистрации документов, учёта, отслеживания и контроля исполнения, путем перехода от бумажных документов к электронным.*

***Abstract.** Development of a software package, the purpose of which will be to reduce the complexity of various operations by automating the processes of registration of documents, accounting, tracking and control of execution, by moving from paper to electronic documents.*

Ключевые слова: документация, автоматизация, программный комплекс, документы, электронный носитель, база данных, оптимизация, работа, конструкторская документация.

Key words: documentation, automation, software, documents, electronic media, database, optimization, work, design documentation.

Успех деятельности современного предприятия определяется множеством факторов. При этом автоматизация основных процессов производства, а также связанных с ним логистических операций на всем пути движения материального потока, занимает среди них ключевое место. Это объясняется тем, что она позволяет экономить рабочее время, повышает производительность, а значит и доход фирмы. В современный период

компьютеризации многих видов деятельности задачи, ранее решаемые человеком, теперь перекладываются на компьютерные системы.

Рассматривая существующую на АО «СОАТЭ» информационную систему, можно выделить следующие недостатки в рамках данного проекта.

Несмотря на то, что автоматизация на предприятии охватывает почти все сферы процесса производства и функционирования, часть системы электронного документооборота до конца не автоматизирована, в частности конструкторская документация (КД). Все конструкторские документы представляют из себя бумажные носители, которые проверены и утверждены подписями руководителей и хранятся в специальном архиве.

Отсюда возникает следующая проблема: т. к. КД разрабатывается и хранится на ЭВМ конструктора, то есть вероятность потерять документ при поломке ЭВМ, либо по ошибке использовать не актуальный. Последствия данных действий приведут к несоответствию продукции (браку) [1].

Внедрение электронного документооборота обеспечит снижение трудоёмкости различных операций за счёт автоматизации процессов регистрации документов, учёта, отслеживания и контроля исполнения;

Переход от бумажных к электронным документам обеспечит разработку документов на ЭВМ с помощью современных программных средств, ведение архивов документов и поиск документов в них [2].

На рисунке 1 изображена схема бизнес-процесса «Проектирование и разработка продукции» в нотации EPC.

Бизнес-процесс «Проектирование и разработка продукции» организован следующим образом: поступает запрос от потребителя на производство новой продукции, запрос рассматривается службами, участвующими в конструировании и расчёте затрат, в итоге запрос принимают либо отклоняют. Если есть возможность производства новой продукции, то с потребителем заключается договор/контракт и начинается этап разработки. Разработкой занимается отдел главного конструктора (ОГК), после того как конструкторская документация разработана, ОГК отправляет техническое задание (ТЗ) в отдел главного технолога (ОГТ) на разработку технологии производства новой продукции. После разработки технологии необходимо разработать или приобрести оснастку и оборудование для производства, инструментальный отдел (ИО) разрабатывает и изготавливает оснастку и оборудование, отдел закупок (ОЗ) и отдел логистики (ОЛ) заключают договоры на приобретение, закупают и доставляют оснастку и оборудование. После приобретения и изготовления оснастки и оборудования их проверяет на

соответствие центральной заводской лаборатории и лаборатория измерительной техники. Только после вся информация передается в бизнес-процесс «Производство продукции».

Если поступает рекламация от потребителя, её рассматривает и проводит расследование причин отдел управления качеством (ОУК) и отдел технологического контроля (ОТК). На основе рекламаций они формируют мероприятия на устранения причин возникновения брака, если необходима модернизация конструкции изделия, мероприятие отправляют в ОГК, если необходимо модернизировать технологию производства, то мероприятие отправляют в ОГТ, те в свою очередь производят все изменения в документации и на производстве с задействованием всех необходимых для этого подразделений.

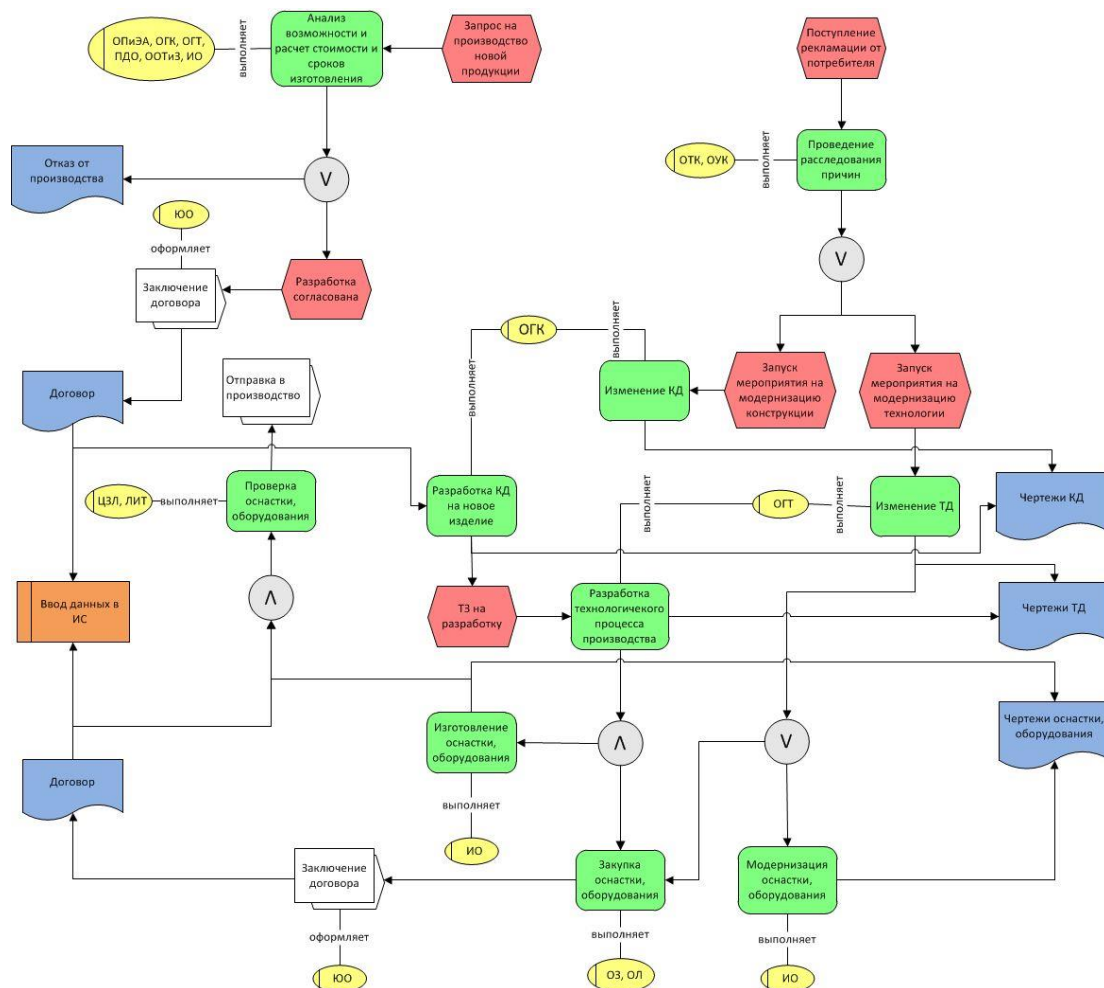


Рис. 1 Схема бизнес-процесса «Проектирование и разработка продукции» в нотации EPC

Работа с разрабатываемой системой должна осуществляться на основе данных, получаемых в виде электронных документов, содержащих всю необходимую входную информацию для корректировки или формирования конструкторской и технологической документации. По мере поступления данные должны вводиться, накапливаться и

храниться в базе данных в течение регламентированного периода. Чертежи конструкторской документации должны поступать в файлах, преобразованных к единому формату и единой структуре данных.

В качестве основных входных данных будут являться: все сведения о разрабатываемом проекте, сведения о исполнителе данного проекта, также данные о сервере, на котором будут храниться данные, коды существующих файлов, а также вся информация о том, кто и когда редактировал те или иные данные.

При входе в систему пользователь видит окно аутентификации, в котором нужно ввести логин и пароль. Затем происходит проверка введённых данных. Если они верны, открывается одна из форм, соответствующая введённым данным. Если логин и пароль введены некорректно, то пользователь видит сообщение об ошибке.

Приложение «Модуль резервного копирования КД» производит копирование указанной информации в определенные промежутки времени. После запуска приложения каждую минуту происходит выборка подходящих по времени заданий на копирование по имени компьютера, далее приложение производит копирование файлов на сервер хранения.

В приложении СЭД в модуле «Технологическая проработка» конструктор заполняет необходимые графы формы, прикрепляет КД (чертежи) и запускает документ на согласование. Документ считается согласованным, если получены требуемые отметки в «Протоколе анализа». При наличии замечаний они указываются непосредственно в «Протоколе анализа», либо при большом объеме – прикрепляются к нему (рис. 2).

В приложении СЭД в модуле «Извещения ОГК» конструктор заполняет электронную форму извещения об изменении, прикрепляет документы и запускает на согласование и осуществляет контроль прохождения извещения на этапе согласования, утверждения и внедрения его в производство. Отвечает за актуальность и соответствие бумажной и электронной версий документов.

Используемая информация конструкторских документов должна быть актуальна, для этого необходимо поступление и накопление в системе оперативно-учётной информации. В решаемой задаче задействованы отдел главного конструктора (ОГК), отдел главного технолога (ОГТ), отдел организации труда и заработной платы (ООТиЗ) и отдел планирования и экономического анализа (ОПиЭА). ОГК создает или меняет КД, ОГТ разрабатывает или меняет технологическую документацию ТД, ООТиЗ должен проверить и утвердить нормочасы, ОпиЭА – рассчитать и утвердить затраты. Справочная информация об изделиях, их составе, о деталях, цехах и профессиях ранее загружена в базу данных в процессе решения других задач данной предметной области. В

соответствии с этим технология ввода входной информации и решение рассматриваемой задачи с помощью базы данных приведена на рисунке 2.

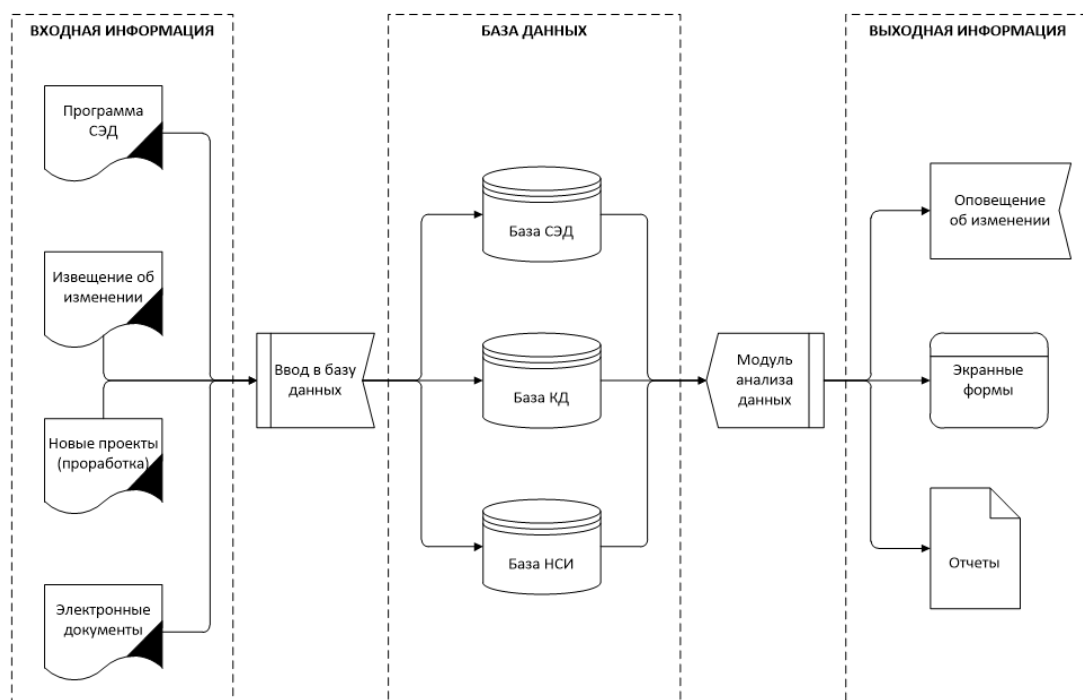


Рис. 2. Схема «Электронная КД»

Программный комплекс конструкторской документации разработан на базе системы электронного документооборота (СЭД) АО СОАТЭ и состоит из следующих модулей:

1. Модуль резервного копирования КД.

Это фоновая программа, которая делает резервные копии конструкторских документов (КД) с их компьютеров на сервер для хранения документации. В меню СЭД называется «Копирование проектов».

2. Модуль согласования новой КД.

Согласование КД в СЭД с руководством и потребителями, в меню называется «Технологическая проработка».

3. Модуль согласования изменений в действующей КД.

Согласование изменений уже действующих КД в СЭД, в меню называется «Извещения ОГК».

4. Модуль анализа данных.

Просмотр всех предварительных проработок и последующих изменений по изделию (проекту).

Список литературы

1. СОАТЭ [Электронный ресурс] / URL: <http://www.soate.ru/about>
2. Обзор систем электронного документооборота [Электронный ресурс]: <https://www.ixbt.com/soft/sed.shtml>

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ
АНАЛИЗА ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ГЕОЭЛЕКТРИКИ
ABOUT USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS FOR DATA ANALYSIS IN
PROBLEMS OF GEOELECTRICS**

Еременко Ю.И., Шептуха А.В.

Eremenko Y.I., Sheptuha A.V.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС», РФ, Старый
Оскол*

*Stary Oskol technological institute n.a. A.A. Ugarov (branch) National University of Science and
Technology "MISiS", Russia, Stary Oskol*

erem49@mail.ru, aleksandrsheptukha@yandex.ru

Белгородская обл., Старооскольский р-н, Старый Оскол, Макаренко мкр., 42

***Аннотация.** Несмотря на то, что в настоящее время традиционные методы анализа данных при георазведке все еще широко применяются, на наш взгляд, этого недостаточно, чтобы извлекать полный информационный контент из входных данных, особенно из многомерных отношений между наборами данных. И поэтому необходимы дополнительные компьютерные методы интеллектуального анализа данных. Для анализа данных требуются эффективные поисковые системы и эффективные инструменты интеллектуального анализа данных. Нейросетевые подходы машинного обучения открывают новые возможности для улучшения идентификации целей. Они подходят, поскольку они позволяют находить скрытые закономерности при анализе данных и поэтому представляют наибольший интерес. Тем не менее, необходимо проявлять осторожность при разработке и обучении подобных систем анализа данных для обеспечения надежного моделирования вероятностей. Также в статье рассматриваются современные методы интерпретации геологических данных.*

***Abstract.** Despite the fact that traditional methods of data analysis are still widely used in exploration, in our opinion, this is not enough to extract complete information content from the input data, especially from multidimensional relationships between data sets. Therefore, additional computer methods of data mining are needed. Data analysis requires efficient search engines and efficient data mining tools. Neural network-based machine learning approaches open up new opportunities for better target identification. They are suitable because they allow you to find hidden patterns in the analysis of data and therefore are of most interest. However, care must be taken in the design and training of such data analysis systems to ensure reliable*

probability modelling. The article also discusses modern methods of interpretation of geological data.

Ключевые слова: радиоволны, железнорудное сырье, полезные ископаемые, зондирование, нейронные сети, искусственный интеллект

Key words: radio waves, iron ore, minerals, sensing, neural networks, artificial intelligence

В настоящий момент дистанционное зондирование земной поверхности является одной из актуальнейших задач. К ней относятся геологическая разведка, экологический мониторинг земных покровов, обнаружение объектов с заданными электрофизическими свойствами и т.д.

В условиях ограниченности, роста потребления ресурсов полезных ископаемых, в частности нефтепродуктов и железнорудного сырья, а также цен на них, и постоянно меняющейся ситуации на рынке нефтегазовой и металлургической отрасли, основной областью деятельности, требующей особого внимания, становится повышение эффективности производств посредством внедрения инновационных систем автоматизации производственной деятельности, вследствие чего, перед сырьевой промышленностью стоит задача освоения новых месторождений полезных ископаемых, а также снижения уровня риска и затрат при геологоразведке, особенно в регионах, где имеется относительно большое количество уже выработанных месторождений. Среди известных геофизических методов наиболее универсальными, информативными, экологически чистыми и определяющими перспективу развития морской, сухопутной и скважинной геологоразведки являются волновые методы: сейсмическое и электромагнитное зондирование. От других геофизических методов оба эти метода отличаются высокой пространственной информативностью и структурой получаемых данных, а также отсутствием необходимости бурить поверхностные слои почвы.

На практике, в георадиолокации, в исследуемую среду передающей антенной посылается электромагнитный импульсный сигнал, а приемной антенной воспринимается отклик среды – совокупность электромагнитных волн, отличающихся друг от друга временами пробега, интенсивностью и формой. В характеристиках этих волн и содержится практически вся существенная информация о среде, которую можно получить с помощью электромагнитного зондирования.

Несмотря на все это традиционные методы интерпретации магнитотеллургических данных сталкиваются со значительными трудностями, которые связаны с нелинейностью и некорректностью многомерных обратных задач геоэлектрики.

Поэтому появление и массовое внедрение в различные отрасли технологического производства компьютерных систем и технологий спутниковой навигации, привело к появлению нового класса компактной высокоточной геофизической аппаратуры. В результате чего, произошло качественное усовершенствование имеющихся технологий и появление совершенно новых геофизических методик.

Использование высокопроизводительных компьютерных систем существенно сократило время обработки и интерпретации электроразведочных данных, и дало возможность перейти на качественно новый уровень моделирования и интерпретации результатов наблюдений.

В результате существенного обновления и модернизации электроразведочных методов, возникла необходимость в решении следующих задач:

- поиск и разведка новых или уже существующих рудных месторождений ;
- использование наилучших комбинаций классических и современных методов электроразведочных технологий;
- оценка эффективности электроразведочных технологий.

Открытие новых месторождений полезных ископаемых включает в себя три этапа: прогноз, поиски и разведку. На стадии прогноза принимается решение о перспективности геологического участка на основании комплекса косвенных признаков, например в работе [1] исследуются магнитные руды с разным удельным сопротивлением с помощью радиоволн на разной частоте и разной чувствительностью приемника.

Одно из самых основных направлений в области геоэлектрики стало применение методов с использованием искусственного интеллекта. Так, в статье [2] развивается нейросетевой метод оценки изменения во времени (мониторинга) динамических параметров геоэлектрического разреза на основе неполных магнитотеллурических данных (результаты измерений полей, проведенных на разреженных пространственных сетях наблюдения, в частности, локализованных в определенных областях). В работе рассматриваются задачи двух типов: выявление и локализация динамических параметров разреза, на основе полных МТ данных, измеренных по всему профилю и отслеживание изменения во времени отдельных динамических параметров среды на основе локальной сети наблюдения.

Строится приближенный обратный нейросетевой оператор специального вида, позволяющий проводить быструю инверсию данных, и отслеживать динамику отдельных параметров среды в режиме реального времени.

Нейросетевой оператор представляет собой нелинейную аппроксимационную конструкцию, коэффициенты которой вычисляются в процессе ее обучения на эталонных

примерах. Для этого строится База данных эталонных примеров решений прямых задач в области, состоящая из пар векторов, связанных между собой и при различных значениях динамических параметров, изменяющихся в пределах заданного множества допустимых значений. Множество выбирается на основе принятой гипотезы о предполагаемом динамическом воздействии на геологическую среду. База данных делится на тренировочную и тестирующую, с объемами выборок. Первая используется для обучения НС оператора, а вторая — для его тестирования, т.е. проверки точности НС инверсии. Алгоритм обучения НС оператора сводится к оптимизационной проблеме, которая решается с использованием стандартных алгоритмов «Обратного распространения ошибки». На основе тестирующей выборки вычисляются, осредненные по выборке, характеристики обратного оператора. Эти величины характеризуют, в среднем, возможную ожидаемую ошибку НС инверсии измеренных данных, и таким образом обосновывают правомочность использования построенного нейросетевого оператора для рассматриваемой задачи.

В итоге общая методология мониторинга параметров геоэлектрических разрезов выглядит следующим образом:

1. Проведение МТ съемки и интерпретации полученных данных с определением макропараметров геоэлектрического разреза.
2. Выявление и локализация аномальных зон изменения свойств разреза в процессе режимных наблюдений на основе полных площадных данных.
3. Формирование локальной сети наблюдения в окрестности аномальных зон, и построение локального обратного нейросетевого оператора мониторинга.
4. Проведение режимных измерений и анализ динамики изменения макропараметров в режиме реального времени

В заключении автор заявляет, что предлагаемый нейросетевой подход позволяет решать задачи выявления и оценки изменения во времени укрупненных динамических параметров геоэлектрических разрезов при проведении МТ мониторинга 1 рода. На первом этапе проводится локализация аномальной области изменения электропроводности среды на основе всех имеющихся наблюдаемых площадных (профильных) МТ данных. На втором этапе решается собственно задача МТ мониторинга параметров разреза на основе локальных режимных наблюдений в аномальных зонах неустойчивости.

А в данной [3] статье описаны способы для более быстрого обучения, улучшение общей производительности, то есть, обобщения и автоматической оценки размера сети и архитектуры. По итогу авторы заключают, что нейронные сети - универсальные аппроксиматоры. Они могут получить произвольное близкое приближение к любой

непрерывной функцией, связанное с прямой или обратной задачей. Поэтому они представляют собой мощный инструмент для геофизического сообщества для решения проблем, для которых нет решений или оно очень сложное.

В работе [4] авторы показывают возможность применения нейросетевого моделирования для решения прямых задач ВИКИЗ (высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование). Исследования проводились для базовых интерпретационных цилиндрически-слоистых моделей с двумя границами "скважина-зона проникновения-пласт". При этом параметры скважины не изменялись. В итоге авторы заключают, что нейросетевой аналог прямой задачи ВИКИЗ оказался быстрее обычной задачи в 27 раз без учета накладных расходов или в 60 раз с их учетом.

Также стоит отметить, что на сегодняшнем уровне развития измерительной и вычислительной техники для интерпретации большинства реальных геофизических сред актуальным является использование 2D и 3D физико-геологических моделей (ФГМ). [5]. Так, например, авторы данной [6] статьи дают анализ современных подходов к интерпретации гравимагнитных данных, а также приводят характеристики популярных отечественных программных продуктов.

Несмотря на то, что современная геология при разведке сталкивается с рядом проблем связанных со сбором и интерпретацией данных, все чаще создаются методы для их решения с использованием мощных компьютеров, а также совершенствованием алгоритмов обработки данных. Здесь особого внимания заслуживают методы, основанные на искусственном интеллекте и в частности на нейронных сетях. Связано это, прежде всего с тем, что они позволяют находить скрытые закономерности при анализе данных и поэтому, по моему мнению, представляют наибольший интерес. При этом, особо стоит уделять моменту их обучения, т.к. это напрямую влияет на качество оценки полученной информации. А поскольку анализ показал, что решаемые задачи в представленных работах достаточно коррелируемые с нашей, то считаем целесообразно использовать искусственные нейронные сети для анализа данных в геоэлектрики.

Список литературы

1. Savchenko N.M. Propagation of radio waves in ferriferous rocks and ores. Soviet Mining. 1981, Vol. 17(1). P. 72-75
2. Шимелевич М.И., Оборнев Е.А. Нейросетевой метод металлургического мониторинга геоэлектрических параметров среды на основе неполных данных // Вестник КРАУНЦ. Наука о Земле. 2008. №1. С.171-176
3. Van der Baan M., Jutten C. Neural networks in geophysical applications // Geophysics. 2000. Vol.65. No.4. P. 1032–1047.

4. Охонин В. А , Симонов К. В , Эпов М. И., Ельцов И. Н., Соболев А.Ю. Нейросетевое моделирование сигналов ВИКИЗ И Электрические и электромагнитные методы исследования в нефтегазовых скважинах. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ. - 1999. - С. 79-85.

5. Оборнев, И.Е. Повышение эффективности интерпретации данных МТЗ на основе использования нейронных палеток. [Текст]: дис.....канд. техн. наук: 25.00.10: защищена 12.12.13 / Оборнев Иван Евгеньевич.- Москва, 2013.- 155 с.

6. Драница Ю.П. Принципы нейроподобного моделирования геофизических объектов и процессов [Текст] / Ю.П. Драница // Вестник Мурманского государственного технического

ИНТЕГРИРОВАНИЕ И ИНТЕГРИРУЕМОСТЬ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Мухин Равиль Рафкатович,

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова,

филиал Национального исследовательского технологического

университета «МИСиС». 309516 г. Старый Оскол Белгородской

обл., мкр. Макаренко 42. E-mail: mukhiny@mail.ru тел. (4725) 42 68 21

В работе прослеживается на примере гамильтоновых систем историческое развитие таких ключевых понятий современной математики как интегрируемость и неинтегрируемость динамических систем. Неинтегрируемость является фундаментальным понятием, лежащим в основе явления динамического хаоса, являющегося одним из крупнейших достижений науки XX века.

Ключевые слова: динамическая система, гамильтонова система, интегрирование, интегрируемость, неинтегрируемость.

Integration and integrability of dynamic systems

MukhinRavilRafkatovich.

Starooskol Institute of Technology. A.A. Ugarova, branch of the National Research

Technological

University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 StaryOskol Belgorodregion, Russia. E-mail:

mukhiny@mail.ru tel. (4725) 42 68 21

The work traces the example of Hamiltonian systems to the historical development of such key concepts of modern mathematics as integrability and non-integrability of dynamical systems. Non-integrability is a fundamental concept underlying the phenomenon of dynamic chaos, which is one of the greatest achievements of twentieth-century science.

Keywords: dynamical system, Hamiltonian system, integration, integrability, nonintegrability.

Открытие динамического хаоса относится к числу крупнейших достижений науки XX века. Каждое фундаментальное научное достижение, существенным образом меняющее наши представления о мире, сопровождается глубокими изменениями в системе базовых понятий. При этом формируются новая концептуальная структура, новый язык, что позволяет адекватно описывать изучаемую область реального мира. В

случае с динамическим хаосом сказанное применимо лишь частично. Физическая основа, выраженная в уравнениях классической механики и классической электродинамики, осталась прежней. Кардинальные изменения во взглядах на мир заключаются в свойствах решений уравнений, поэтому здесь исключительно велика роль математики и новые фундаментальные понятия имеют математический характер. Прежде всего таким понятием является *неинтегрируемость* уравнений динамики.

Со времен Ньютона вопросы интегрирования дифференциальных уравнений являлось важнейшей проблемой, как для самой математики, так и для ее приложений. Еще и в XIX в. не существовало теории дифференциальных уравнений, как отдельного раздела математики. Поэтому под интегрированием дифференциальных уравнений понималось, в первую очередь, интегрирование уравнений динамики. В XVIII – первой половине XIX вв. под интегрированием понималось интегрирование в явном виде, включая сюда и интегрирование в квадратурах. Сам вопрос о принципиальной возможности интегрирования – об интегрируемости – не ставился, это считалось само собой разумеющимся. Все задачи подразделялись на проинтегрированные и непроинтегрированные. Довольно скоро стало ясно, что во многих практически важных случаях задачу не удастся свести к квадратурам. В дальнейшем развитии можно выделить несколько путей. С одной стороны, усилия были направлены на разработку практических методов, когда с помощью разложения в бесконечные ряды, непрерывные дроби или численным интегрированием уравнений динамики можно было получить решение в принципе с любой степенью точности.

Описанный подход, несмотря на его достаточность во многих практически важных случаях, все же вызывал внутреннее неудовлетворение. Это отчетливо видно в свете происшедшей в первой половине XIX в. глубокой реформы математического анализа, заложившей новые каноны математической строгости и обоснованности [1]. Кроме того, приближенные решения не давали ответа на некоторые насущные вопросы прикладных задач, таких, как, например, в небесной механике – о характере движения небесных тел на неограниченном промежутке времени. Последнее имеет непосредственное отношение к проблеме устойчивости Солнечной системы.

В русле новых тенденций в математике стала рассматриваться и проблема интегрирования. В 1820-е – 1840-е гг. стала утверждаться методология, направленная на выявление условий истинности каждого утверждения. Особое значение получили теоремы существования, в частности, теоремы существования и единственности решений дифференциальных уравнений, и четкое различие необходимых и достаточных условий. Одной из форм выражения новой идейной атмосферы была постановка вопроса о

неразрешимости той или иной задачи [2]. В этой связи отметим работу Ж. Лиувилля (1841) [3] «Новые замечания об уравнении Риккати» в которой была невозможность интегрирования этого уравнения в квадратурах. Эту работу можно принять за отправную точку широк развернувшихся в дальнейшем исследований о неинтегрируемости тех или иных классов уравнений. К этому же времени относится и первая строгая постановка вопроса об интегрируемости. Это было сделано Э. Буром и Ж. Лиувиллем (1855), связавших интегрирование гамильтоновой системы с существованием достаточно большого набора ее первых интегралов [4,5], что направило по новому пути поиски точных решений. На современном языке интегрируемость по Лиувиллю можно сформулировать следующим образом [6]:

Если гамильтонова система n степенями свободы имеет n независимых интегралов в инволюции (скобки Пуассона равны нулю), то ее можно проинтегрировать в квадратурах.

В.И. Арнольд обобщил этот результат, дав ей геометрическую интерпретацию [7]:

При сформулированных выше условиях фазовые траектории находятся на поверхностях n -мерных торов, по которым происходит квазипериодическое движение с характерными собственными частотами.

«Динамическую систему следует назвать «интегрируемой» тогда (но не только тогда), когда она может быть расщеплена с помощью «явных» преобразований координат и времени на совокупность динамических систем, каждая из которых имеет одну степень свободы» [8].

В интегрируемых системах, на которые до конца XIX в. опиралась классическая физика, достигался идеал исчерпывающего описания на языке траекторий. Такой подход как нельзя лучше соответствовал парадигме о простоте устройства мира, что главные его особенности можно описать на основе систем с простым поведением.

Возможен другой подход, когда неинтегрируемость рассматривается как самостоятельная сущность без обращения к интегрируемым системам. Поворотным пунктом в понимании принципиального различия между интегрируемыми и неинтегрируемыми системами стали фундаментальные труды А. Пуанкаре [9-11], созданные в 1881-1899 гг. В указанных трудах Пуанкаре формулирует идеи и понятия, положивших начало целому ряду новых областей математики и механики. Поразительное богатство наследия Пуанкаре легло в основу многих исследований нескольких поколений математиков и не исчерпано до сих пор. Со времен Ньютона, в течение двух веков продолжалось господство количественных методов, когда сложилась парадигма явных решений и точных формул. В противовес сложившимся представлениям Пуанкаре показал, что в подавляющем большинстве дифференциальные уравнения являются

неинтегрируемыми, интегрируемые системы образуют относительно небольшое число «счастливых» случаев. Говоря современным языком, это означало смену парадигмы, которая была воспринята научным сообществом довольно болезненно. Для неинтегрируемых динамических систем характерны неустойчивость, наличие сложных движений, многообразие поведения, недостижимость всей полноты информации, ограниченная предсказуемость поведения. Все эти идеи достались главным образом в наследство XX веку.

По поводу расплывчатого понятия интегрируемости можно привести слова Дж. Биркгофа: «Для некоторых задач можно ввести вспомогательные аналитические соотношения, с помощью которых мы можем удовлетворительно исследовать решения соответствующих уравнений. В этом случае система может быть названа «интегрируемой». Если, однако, мы попытаемся сформулировать точное определение интегрируемости, то оказываются возможными различные определения, каждому из которых присущ известный теоретический интерес. Рассмотрим вкратце понятие интегрируемости, не забывая при этом указания Пуанкаре, что система дифференциальных уравнений может быть только более или менее интегрируемой» [12].

Литература

1. *Молодший В.Н.* О. Коши и революция в математическом анализе первой четверти XIX века // Истор.-матем. исслед. 1978. Вып. 23. С. 32-55.
2. *Демидов С.С., Петрова С.С., Симонов Н.Н.* Обыкновенные дифференциальные уравнения // Математика XIX в. М.: Наука, 1987. С. 80-183.
3. *Liouville J.* Remarques nouvelles sur l'équation de Riccati // J. Math. Pure et Appl. 1841. I serie. T. 6. P. 1-13.
4. *Bour E.* Sur l'intégration des équations différentielles de la Mécanique Analytic // J. Math. Pure et Appl. 1855. I série. T. 20. P. 185-200.
5. *Liouville J.* Note à l'occasion du Mémoire précédente de M. Edmond Bour // J. Math. Pure et Appl. 1855. I série. T. 20. P. 201-202.
6. *Арнольд В.И., Козлов В.В., Нейштадт А.И.* Математические аспекты классической и небесной механики. М.: ВИНТИ, 1985.
7. *Арнольд В.И.* Об одной теореме Лиувилля касающихся интегрируемых проблем динамики // Сиб. мат. журн. 1963. Т. 4. № 2. С. 471-474.
8. *Уинтнер А.А.* Аналитические основы небесной механики. М.: Наука, 1967.
9. *Пуанкаре А.* О кривых, определяемых дифференциальными уравнениями. М.-Л.: ОГИЗ, 1947.

10. *Poincaré H.* Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique // Acta Math. 1890. V. 13. P. 1-270.
11. *Пуанкаре А.* Новые методы небесной механики // Избр. труды в 3-х тт. М.: Наука, 1971-1974.
12. *Биркгоф Дж.* Динамические системы. М.-Л.: Гостехиздат, 1941.

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРОИЗВОДНОЙ ЛИ

Мухин Равиль Рафкатович,

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова,

филиал Национального исследовательского технологического

университета «МИСиС». 309516 г. Старый Оскол Белгородской

обл., мкр. Макаренко 42. E-mail: mukhiny@mail.ru тел. (4725) 42 68 21

В работе прослеживаются основные моменты важнейшего понятия современной математики – производной Ли. Формирование представлений о дифференцировании Ли было обусловлено потребностями теоретической физики, дифференциальной геометрии, теории непрерывных групп. Дифференцирование Ли находит все более широкие применения в математике и ее приложениях.

Ключевые слова: производная Ли, отображение, векторные и тензорные поля, инвариантность.

Evolution of the Li derivative

MukhinRavilRafkatovich,

Starooskol Institute of Technology. A.A. Ugarova, branch of the National Research

Technological

University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 StaryOskol Belgorodregion, Russia. E-mail:

mukhiny@mail.ru tel. (4725) 42 68 21

The paper traces the main points of the most important concept of modern mathematics — the Li derivative. The formation of ideas about Lie differentiation was determined by the needs of theoretical physics, differential geometry, and the theory of continuous groups. Differentiation Lee finds more and more applications in mathematics and its applications.

Keywords: Lie derivative, mapping, vector and tensor fields, invariance.

Производная Ли относится к числу важнейших математических конструкций, находящая все более широкие применения в математике и ее приложениях. Производная

Ли тензорного типа $T_{j_1 \dots j_q}^{i_1 \dots i_p}$ вдоль векторного поля ξ называется выражение

$$L_{\xi} T_{j_1 \dots j_q}^{i_1 \dots i_p} = \left[\frac{d}{dt} (F_t T)_{j_1 \dots j_q}^{i_1 \dots i_p} \right]_{t=0}$$

Таким образом, производная Ли измеряет скорость изменения тензора $T_{j_1 \dots j_q}^{i_1 \dots i_p}$ при деформации пространства, задаваемой отображением F_t [1]. Появление понятия производной Ли было в первую очередь стимулировано потребностями физики, и оно появилось в скрытом виде и применялось значительно раньше, чем было сформулировано математически строгое понятие. Давид Гильберт в своих исследованиях по релятивистской теории тяготения (1915) использовал выражение

$$X^\rho \partial_\rho g^{\mu\sigma} - g^{\mu\rho} \partial_\rho X^\sigma - g^{\rho\sigma} \partial_\rho X^\mu$$

и установил тензорный характер этого поля для любого векторного поля X [2,3]. В своем замечательном изложении теории относительности (1921) Вольфганг Паули в параграфе, посвященном математическому аппарату, различает особую вариацию, обусловленную инфинитезимальным преобразованием координат при воздействии векторного поля [4]. Это не что иное, как производная Ли. Подобную же идею развивал Леон Розенфельд. В своей работе (1940)[5], посвященной разрешению трудностей с тензором энергии-импульса, Розенфельд вводит, как он называет «локальную вариацию», которая также непосредственно связана с производной Ли. Понятие производной Ли также восходит к Эли Картану, который в своих лекциях по интегральным инвариантам, прочитанных в 1920-1921 гг., установил связь внешней производной с производной Ли [6].

Формулировка понятия производной Ли в самой математике также не в последнюю очередь было стимулировано исследованиями по физике. Создание общей теории относительности оказало не только сильнейшее воздействие на собственно математические исследования, но и кардинальным образом повлияло на видение и понимание математиками окружающего мира вообще. Речь идет о навеянной теорией относительности принципе общей ковариантности – уравнения теории в различных системах отсчета должны в них иметь одинаковую форму. Отсюда следует, что при преобразованиях координат должен сохраняться вид уравнений и самих математических величин. Такой подход стал определяющим, когда приходилось иметь дело с общими преобразованиями криволинейных координат. Эта идея в 1920-е гг. носилась в воздухе, и она имеет непосредственное отношение к предмету настоящей работы - к производной Ли.

Заслуга математически строгой формулировки производной Ли (без использования самого термина) принадлежит польскому математику Владиславу Слєбодзиньскому (1931) [7]. Слєбодзиньский исходит из тензорного формализма интегральных инвариантов применительно к задачам гамильтоновой механики и здесь он рассматривает автоморфизмы пространств аффинной связности. Применение производной Ли к

скалярам дает хорошо известное выражение производной по направлению. Мотивацией введения производной Ли явился поиск такой инвариантной операции, которую можно было бы применить не только к скалярам, но и к векторам, тензорам произвольного ранга (ковариантным, контравариантным или смешанным), объектам связности. Слєбодзиньский получил следующее общее выражение

$$L_X(A \otimes B) = (L_X A) \otimes B + A \otimes (L_X B)$$

и применил его к векторному полю, заданному скобками Пуассона [7,3]. Это ему позволило обобщить полученные ранее результаты Т. Дедонде по теории инвариантов [8]. Следующий шаг был сделан голландским математиком, учеником Я. Схоутена, Давидом ван Данцигом (1932) [9]. В этой работе был введен сам термин «производная Ли». Производную Ливан Данциг использовал для изучения траекторий одночленной группы как элементов нового пространства. Это дало ему возможность включить пространство проективной связности в пространство $(n + 1)$ -мерного пространства аффинной связности [9,10]. В вышедшей в 1935-1938 гг. фундаментальной монографии Я. Схоутена и Д. Стройка «Новые методы дифференциальной геометрии» [11] было введено и широко использовалось понятие производной Ли. Вследствие обстоятельности и широты охвата предмета эта монография получила всеобщее признание, что, в свою очередь, привело к быстрому вхождению понятия производной Ли в обиход математиков.

Касаясь физических приложений производной Ли, они основаны на удобстве выражения с помощью этого понятия инвариантности тензорных полей относительно тех или иных преобразований. Инвариантность тензорного поля Т относительно векторного поля X дается выражением

$$L_X(T) = 0.$$

С точки зрения геометрии тензорным полем представляется поток жидкости или напряженное состояние упруго тела, что обусловило широкое применение производной Ли в гидродинамике и механике сплошных сред [12]. Большой интерес вызывают задачи, когда рассматриваются многообразия с метрикой, инвариантной относительно некоторого векторного поля. Такие ситуации возникают в релятивистской теории тяготения. В этом случае важное значение имеют векторные поля Киллинга. Ученик К. Вейерштрасса, Вильгельм Киллинг известен своими результатами по теории групп и алгебр Ли. В его большой работе «Об основаниях геометрии» [13] из условия инвариантности основной квадратичной формы при бесконечно малом перемещении были получены выражения

$$\rho^k \frac{\partial g_{ij}}{\partial x^k} + g_{ik} \frac{\partial \rho^k}{\partial x^j} + g_{jk} \frac{\partial \rho^k}{\partial x^i} = 0,$$

$$\rho_{i,j} + \rho_{j,i} = 0,$$

что эквивалентно равенству нулю производной Ли метрического тензора g

$$L_{\rho}(X) = 0.$$

Эти уравнения называются уравнениями Киллинга. Они определяют инфинитезимальные преобразования координат, не меняющие метрики [14].

Литература

1. Дубровин Б.А., Новиков С.П., Фоменко А.Т. Современная геометрия. Т. 1. М.: УРСС, 1998.
2. Гильберт Д. Основания физики (первое сообщение) // Давид Гильберт. Избранные труды. Т. 2. М.: Факториал, 1998. С. 367-378.
3. Trautman A. Remarks on the history of the notion of Lie differentiation // Variations, Geometry and Physics. 2008. P. 297-302.
4. Паули В. Теория относительности. М.: Наука, 1983.
5. Rosenfeld L. Sur le tenseur d'impulsion-énergie // Mémoires Acad. Roy. de Belgique. 1940. V. 18. P. 1-30.
6. Cartan E. Leçons sur les invariants intégraux. Paris: Hermann, 1922.
7. Slebodzin'ski W. Sur les équations canoniques de Hamilton // Bull. De la Classe des Sci., Acad. Roy. de Belg. 1931. V. 5. P. 864-870.
8. De Donder Th. Théorie des invariants intégraux. Paris: Gauthier-Villars, 1927.
9. Dantzig van D. Zur allgemeinen projektiven Differentialgeometrie // Proc. Roy. Acad. Amsterdam. 1932. V. 32. Part I: pp. 524-534; Part II: pp. 535-542.
10. Лантев Б.Л. Дифференцирование Ли // Итоги науки. Алгебра, топология, геометрия 1965. М.: ВINITI, 1967. С. 429-465.
11. Schouten J., Struik D. Einführung in die neueren Methoden der Differentialgeometrie, 2 vols., Gröningen: Noordhoff, 1935-1938.
12. Carter B., Quintana H. Foundations of General Relativistic High-Pressure Elasticity Theory // Proc. R. Soc. Lond. 1972. V. A 331(1584). P. 57-83.
13. Killing W. Ueber die Grundlagen der Geometrie // J. für die reine und angew. Math. 1892. V. 109. S. 121-186.
14. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1967.

ПУАССОНОВЫ СТРУКТУРЫ И ГАМИЛЬТОНОВА ДИНАМИКА

Мухин Равиль Рафкатович,

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова,

филиал Национального исследовательского технологического

университета «МИСиС». 309516 г. Старый Оскол Белгородской

обл., мкр. Макаренко 42. E-mail: mukhiny@mail.ru тел. (4725) 42 68 21

В данной работе прослеживается формирование основных моментов эволюции гамильтоновой динамики на основе пуассоновых структур. Новый формализм позволил развить мощные методы решений уравнений динамики и рассмотреть недоступные ранее задачи. Пуассоновы структуры, которые были заложены работой самого Пуассона, далее Ли, Дирака и многих современных авторов, находят все большее применение в различных областях математики, механики, теоретической физики.

Ключевые слова: гамильтонова динамика, скобки Пуассона, канонические переменные, алгебра Ли, пуассоновы структуры, скобки Ли-Пуассона.

Poisson structures and Hamiltonian dynamics

MukhinRavilRafkatovich.

Starooskol Institute of Technology. A.A. Ugarova, branch of the National Research

Technological

University "MISIS". 42 mkr Makarenko 309516 StaryOskol Belgorodregion, Russia. E-mail:

mukhiny@mail.ru tel. (4725) 42 68 21

In this paper, the formation of the main points of evolution of the Hamiltonian dynamics based on Poisson structures is traced. The new formalism allowed us to develop powerful methods for solving equations of dynamics and to consider previously inaccessible problems. Poisson structures, which were laid by the work of Poisson himself, then Lee, Dirac, and many modern authors, find increasing use in various fields of mathematics, mechanics, and theoretical physics. Keywords: Hamiltonian dynamics, Poisson brackets, canonical variables, Lie algebra, Poisson structures, Lee-Poisson brackets.

Издавна насущной задачей механики являлось нахождение решений ее уравнений, что требовало соответствующего развития математического аппарата. Это привело к

созданию аналитической механики, что означало не только значительный прогресс в интегрировании уравнений динамики, но придало мощный импульс в развитии многих разделов математики. Эволюция аналитической механики до 1860- гг. хорошо описана в обзоре А. Кэли [1]. Нас будет интересовать гамильтонова динамика, который был создан к середине XIX в. Главным образом усилиями У. Гамильтона, К. Якоби, С.-Д. Пуассона, М.В. Остроградского, Ж. Лиувилля [2]. Гамильтонов формализм дал мощный метод интегрирования уравнений динамики на основе производящих функций и канонических преобразований, он лежит в основе квантовой теории. Уже в XX в. были созданы неклассические формы гамильтоновой динамики, что позволило изучать недоступные ранее задачи. Во многом это стало возможным благодаря новой форме гамильтоновой динамики на языке симплектической геометрии и дифференциальных форм [3,4]. Гамильтонову динамику можно построить без лагранжева формализма, как результата преобразования Лежандра [5]. В настоящее время активно развивается еще одна форма гамильтоновой динамики, в основе которой лежат скобки Пуассона.

Скобки Пуассона являются одной из главных конструкций гамильтонова формализма. Они впервые появились в мемуаре С.-Д. Пуассона (1809) [6], посвященной методу вариации произвольных постоянных для решения задач механики.

Для двух функций f и g скобка Пуассона, определенная для канонических переменных в фазовом пространстве R^{2n} , дается выражением

$$\{f, g\} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial g}{\partial p_i} - \frac{\partial f}{\partial p_i} \frac{\partial g}{\partial x_i} \right) \quad (1)$$

Тогда уравнения Гамильтона можно выразить посредством скобок Пуассона (1).

$$\dot{x}_i = \{x_i, H\}, \quad \dot{p}_i = \{p_i, H\}, \quad (2)$$

где H – гамильтониан системы. Тогда эволюция произвольной функции $F(\mathbf{q}, \mathbf{p})$ также можно выразить через скобки Пуассона

$$\dot{F} = \{F, H\} \quad (3)$$

Как известно, эволюция квантовомеханических операторов описывается уравнением Гейзенберга, представляющего квантовый аналог выражения (3).

Мемуар Пуассона в течение нескольких десятилетий не привлекал внимания, пока его не оценил К. Якоби. Скобки Пуассона имели ключевое значение в методе Якоби интегрирования уравнений динамики. Визданной уже после смерти Якоби в его большой работе (1862) [7] была сформулирована носящая его имя фундаментальная теорема:

Дифференциальное уравнение в частных производных $F_1(x, p) = 0$ может быть проинтегрировано, если $n - 1$ функций F_2, \dots, F_n $2n$ переменных $(x, p) = (x_1, \dots, x_n, p_1, \dots, p_n)$

можно выбрать так, что F_1, \dots, F_n функционально независимы и находятся в инволюции, т.е. их скобки Пуассона $\{F_i, F_j\} = 0$ для всех i, j .

Кроме того, в другой работе (1840)[8] Якоби установил важнейший результат, вошедший затем во все учебники (теорема Пуассона-Якоби):

Если f, g – два решения уравнения, то их скобка Пуассона $\{f, g\}$, если она не равна нулю, является третьим решением.

Этот результат был еще известен Лагранжу и Пуассону, вследствие чего и называется теоремой Пуассона-Якоби.

Скобки Пуассона были надолго забыты, пока не возродил к ним интереса Дирак (1950). В статье об обобщенной гамильтоновой динамике [9] Дирак разработал более общую форму гамильтоновой динамики для целей квантовой теории поля. Он аксиоматически ввел скобки Пуассона, определив их свойства для функций на некотором многообразии M , и постулировал их свойства.

Интуитивным физическим рассуждениям Дирака было дано строгое обоснование в работах математиков, и вся теория получила дальнейшее развитие в трудах Р.Йоста [10], А. Лихнеровича [11,12], Дж. Марседена и А. Вейнштейна [13], А. Вейнштейна [14], С.П. Новикова [5], Ф.А. Березина [15], А.А. Кириллова [16], В.И. Арнольда [17], Б. Костанта [18], Ж.-М. Сурьо [19] и др. В этих работах была построена новая форма гамильтоновой динамики на основе пуассоновых структур, являющихся обобщением классических скобок Пуассона. Для гамильтоновой динамики не является обязательным наличие канонических переменных, хотя для невырожденных конечномерных систем локально их можно ввести (теорема Дарбу), но в глобальном смысле они могут не существовать. Если скобка Пуассона задана на гладком многообразии M , т.е. каждой паре гладких функций f и g сопоставляется гладкая функция $\{f, g\}$ на M , обладающая свойствами билинейности, косимметричности, подчиняется правилу Лейбница и тождеству Якоби, такая скобка Пуассона называется пуассоновой структурой на пуассоновом многообразии M . Впервые понятие пуассоновой структуры появилось в работе С. Ли [20]. Наиболее важный случай пуассоновой структуры связан с алгебрами Ли. Для группы Ли G векторное пространство всех правоинвариантных векторных полей называется алгеброй Ли на G . Главный пункт заключается в том, что практически вся информация о группе Ли содержится в ее алгебре Ли. Это факт фундаментальной важности, на нем строится все здание приложений групп Ли, поскольку все сводится к изучению намного более простой структуры – алгебры Ли.

Ключевое место в формализме гамильтоновой динамики на основе пуассоновых структур занимают скобки Ли-Пуассона

$$\{F, H\} = \sum_{i,j,k=1}^r c_{i,j}^k x^k \frac{\partial F}{\partial x^i} \frac{\partial H}{\partial x^j}$$

Построенный формализм позволяет развить новые мощные методы интегрирования уравнений динамики.

Литература

1. Cayley A. Report on the Recent Progress of Theoretical Dynamics // Cayley A. Coll. Math. Papers. 1890. V. 3. P. 156-204.
2. Уиттекер Э.Т. Аналитическая динамика. М.-Л.: Гостехиздат, 1937.
3. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М.: Наука, 1989.
4. Арнольд В.И., Козлов В.В., Нейштадт А.И. Математические аспекты классической и небесной механики. М.: ВИНТИ, 1985.
5. Новиков С.П. Гамильтонов формализм и многозначный аналог теории Морса // Успехи мат. наук. 1982. Т. 37. В. 5. С. 3-49.
6. Poisson S.-D. Sur la variation des constants arbitraires des questions mécanique // J. école polytech. 1809. 15 cahier. Tome 8. P. 266-344.
7. Jacobi K.G. Nova methodus, aequationes differentiales partiales primi ordinis inter numerum variabilium quemcunque propositas integrandi // J. Reine Angew. Math. 1862. V. 60. S. 1-181.
8. Jacobi C.G. Sur un theoreme de Poisson // Comp. Rend. 1840. V. 11. P. 145-146.
9. Dirac P.A.M. Generalized Hamiltonian dynamics // Canadian J. of Math. 1950. V. 2. № 2. P. 129-148.
10. Jost R. Poisson brackets (an unpedagogical lecture) // Rev. Mod. Phys. 1964. V. 36. P. 572-579.
11. Lichnerowicz A. Les varietes de Poisson et leur algebras de Lie associees // J. Diff. Geom. 1977. V. 12. P. 253-300.
12. Lichnerowicz A. Variétés de Poisson et feuilletages // Ann. Fac. Sci. Toulouse. 1982. V. 4. P. 195-262.
13. Marsden J.E., Weinstein A. Coadjoint orbits, vortices and Clebsch variables for incompressible fluids // Physica 7D. 1983. P. 305-332.
14. Weinstein A. The local structure of Poisson manifolds // J. Diff. Geom. 1983. V. 18. P. 523-557.
15. Березин Ф.А. Несколько замечаний об ассоциативной оболочке алгебры Ли // Функц. анализ и его приложения. 1967. Т. 1. № 2. С. 1-14.
16. Кириллов А.А. Элементы теории представлений. М.: Наука, 1978.

17. *Арнольд В.И.* Гамильтоновость уравнений Эйлера, динамики твердого тела и идеальной жидкости // Успехи мат. наук. 1969. Т. 24. № 3. С. 225-226.
18. *Kostant B.* Quantization and unitary representation. Part I // Lecture in modern analyses and applications. N.Y.: Springer-Verlag, 1970. P. 87-208.
19. *Souriau J.-M.* Structure des systémes dynamiques. Paris: Dunod, 1970.
20. *Lie S.* Theorie der Transformationsgruppen. V. 2. Leipzig: B.G. Teubner, 1890.

СЕКЦИЯ: ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 330.142.211.4

СИСТЕМА АМОРТИЗАЦИИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ

В.П. Малашенко профессор, д.э.н.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация: Автором статья предлагается перейти от системы амортизации, обеспечивающей возврат ранее затраченных на приобретение основных фондов средств, к системе, направленной на накопление средств для воспроизводства основных фондов. Цель - обеспечение своевременной замены изношенного, самортизированного оборудования, снижение затрат на ремонтные работы, повышение производительности труда, рост инвестиций в машиностроение.

Ключевые слова: полная учётная стоимость основных фондов, инвестиции в основной капитал, коэффициент ввода основных фондов, коэффициент выбытия основных фондов, остаточная стоимость основных фондов, степень годности основных фондов.

THE SHOCK ABSORPTION SYSTEM, AS AN INSTRUMENT OF INVESTMENT

V. Malashenko

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The author proposes to move from the system of depreciation, providing the return of previously spent on the acquisition of fixed assets, to the system aimed at the accumulation of funds for the reproduction of fixed assets. The goal is to ensure timely replacement of worn-out, self-graded equipment, reduce repair costs, increase labor productivity, increase investment in mechanical engineering.

Keywords: the full accounting cost of fixed assets, investment in fixed capital, the ratio of input of fixed assets, the retirement rate of fixed assets, residual value of fixed assets, the degree of validity of the fixed assets.

В Большой советской энциклопедии раскрывается понятие «Амортизация» в следующем виде: «Амортизация при социализме *обеспечивает возмещение стоимости выбывающих основных фондов*. Она отражает износ основных фондов и используется в целях правильного исчисления совокупного общественного продукта и финансовых ресурсов, направляемых на капитальные вложения, капитальный ремонт и модернизацию.

Амортизация имеет значение для расчета себестоимости продукции, цен, эффективности капитальных вложений, стимулирования рационального использования основных фондов, укрепления хозяйственного расчета.

В условиях капиталистического производства амортизация фондов предназначается для *восстановления основного капитала*. Чтобы преуменьшить реальные размеры прибыли, капиталисты нередко *умышленно отчисляют в амортизационный фонд суммы, значительно превышающие действительный износ, занижая фактический доход, подлежащий налогообложению*. Этому способствуют *чрезмерно высокие нормы и льготные методы начисления амортизации*, допускаемые в капиталистических странах. Особенно широкое развитие эти привилегии получили в условиях государственно-монополистического капитализма, который представляет право *ускоренной амортизации мощным капиталистическим монополиям*, связанным прежде всего с развитием военного производства. Таким образом амортизация при капитализме становится дополнительным средством обогащения капиталистов, перераспределения национального дохода в их пользу».

В современной российской экономике «господа капиталисты» обогащаются более простым способом. Практически все амортизационные начисления, попадающие в себестоимость и снижающие налог на прибыль, «растворяются» в той же самой прибыли, «возмещая» таким способом новым собственникам стоимость выбывающих ОФ.

Показательно, степень износа ОФ российских предприятий в 1991 году была равна 35,4%, а через 25 лет, в 2016 году достиг уровня 48,1% - увеличение составило 35,8%. При этом стоимость ОФ на конец 2016 года (Россия в цифрах 2017, Раздел 3. «Национальное богатство», п.3.2) составил всего 183,404 трлн. руб. или смешные 2,7 трлн. дол. США (1 доллар = 67,8 руб.). На мой взгляд, такой уровень стоимости ОФ характеризует не только низкий уровень инвестиций в воспроизводство ОФ за эти годы, но и их явную недооценку, что существенно снижает объём налога на имущество и размер амортизационных начислений.

С 2010 по 2016 год, по данным Росстата (Россия в цифрах 2014, 2017 гг. Раздел 3. «Национальное богатство»), доля национального богатства в части стоимости основных фондов увеличилось на 90,22 трлн. руб. (96,8%), коэффициент обновления ОФ составил

33,6%, коэффициент выбытия 5,73%, а степень износа основных фондов за этот период увеличился всего лишь на 1,0%, с 47,1% до 48,1%.

Данные о состоянии основных фондов и их качестве представлены в таблице 1.

Таблица 1 Показания состояния основных фондов

№ п/п	Показатели состояния основных фондов	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Стоимость ОФ, млрд. руб.	93185	101938	121269	133522	147430	160725	183404
2	Процент роста стоимости ОФ к предыдущему году, %	13,2	9,4	19,0	10,1	10,4	9,0	14,1
3	Увеличение стоимости ОФ, млрд. руб.	10882	8753	19331	12253	13908	13295	22679
4	Инвестиции в основной капитал, млрд. руб.	9152,1	11035,7	12586,1	13450,2	13902,6	13897,2	14639
5	Стоимость выбывших ОФ, млрд. руб.	739,5	809,0	842,9	928,2	1170,1	1591,3	1467,2
6	Разница между объёмом инвестиций в основной капитал и увеличением стоимости ОФ, с учётом стоимости выбывших ОФ млрд. руб. (4-3-5)	-2469,4	1473,7	-7587,8	269,0	-1175,5	-989,1	-9507,2
7	Коэффициент выбытия ОФ, %	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	1,0	0,8
8	Коэффициент обновления ОФ, %	3,7	3,9	4,8	4,6	4,3	3,9	4,4
9	Степень износа ОФ, %	47,1	51,3	47,7	48,2	49,4	47,7	48,1
10	Рост + (снижение -) степени износа ОФ, %	+3,9	+8,9	-7,1	+1,0	+2,48	-3,45	+0,4

Анализируя данные Росстата, нетрудно заметить непонятные скачки показателя степени износа. В 2012 году он снизился с 51,3% (2011г.) до 47,7% (2012г.). При этом, непонятно за счёт каких источников стоимость основных фондов в 2012 году увеличилась на 19,331 трлн. руб., при том, что инвестиции в основной капитал в 2012 году составили всего 12,586 трлн. руб.

В 2015 году, несмотря на разницу между объёмом инвестиций в основной капитал и увеличением стоимости ОФ в 989,1 триллион рублей, износ ОФ опять снизился с 49,4% до 47,7%. Ещё больший интерес вызывает увеличение в 2016 году стоимости ОФ на рекордную цифру в 22,679 триллионов рублей, при том, что инвестиции в этот год составили 14,639 триллионов – разница составила 9,5 триллионов рублей.

За счёт каких средств прошло увеличение стоимости ОФ в 2010, 2012, 2014 и 2015 годах?

Самая простая формула расчета степени износа (Кизн) имеет следующий вид:

$$\text{Кизн} = (\text{Амп}/\text{Споф}) \times 100, \%$$

где: **Амп** – сумма начисленной амортизации n-го оборудования за весь период использования, руб.

Споф – первоначальная (восстановительная) стоимость n-го оборудования, руб.

Степень износа ОФ в целом по предприятию рассчитывается исходя из соотношения суммы начисленной амортизации всех используемых на предприятии ОФ, к их суммарной первоначальной (восстановительной) стоимости:

$$\text{Кизнпр} = (\text{Ампр} / \text{Спофпр}) \times 100, \%$$

где: **Ампр** – сумма начисленной амортизации всех используемых на предприятии ОФ, руб.

Спофпр – суммарная первоначальная (восстановительная) стоимость основных фондов, руб.

Также, о состоянии действующих ОФ можно судить по величине остаточной стоимости ОФ:

$$\text{Сопр} = \text{Спр} + \text{З}_{\text{км}} - \text{Ампр}, \text{ руб.}$$

где: **З_{км}** - затраты на капитальный ремонт и модернизацию основных фондов, руб.;

Ампр - сумма начисленной амортизации за весь период использования основных фондов предприятия, руб.

Степень годности ОФ рассчитывается по следующему отношению:

$$\text{Кгпр} = (\text{Сопр} / \text{Спофпр} + \text{З}_{\text{км}}) \times 100, \%$$

где: **Сопр** - остаточная стоимость ОФ предприятия;

Спофпр - суммарная первоначальная (восстановительная) стоимость основных фондов, руб.;

З_{км}- затраты на капитальный ремонт и модернизацию основных фондов, руб.

Но, правильно ли отражают эти формулы действительное положение с износом ОФ?

Ведь используемые в этих формулах значения показателя «первоначальная (восстановительная) стоимость основных фондов» и показателя - «сумма начисленной амортизации» не всегда соответствуют друг, другу.

Обоснование.

За период с 1990 по нынешнее время, в связи с высоким уровнем инфляции, переоценка ОФ проводилась по специальным постановлениям Правительства РФ почти регулярно - 1 января 1994 г., 1 января 1995 г., 1 января 1996 г., 1 января 1997 г. так, как они были обязательными для всех организаций на территории РФ. Но, согласно постановлению Правительства № 667 от 24 июня 1998г., с 1998 года переоценка стала необязательной, а предприятия получили право проводить переоценку в случае, *если балансовая стоимость объектов основных фондов превышала текущие рыночные цены.* Две крупные переоценки были проведены бюджетными организациями на 1 января 2003г. и на 1 января 2007г. Обе осуществлялись путем индексации балансовой стоимости основных средств и незавершенного строительства. Переоценки основных фондов «бюджетников», согласно Порядка проведения переоценки основных фондов (Приказ Минэкономразвития от 25 января 2003 года № 25/бн/14/7) должны проводиться регулярно, при условии достижения «порогового» (35-процентного) роста цен производителей, с момента предшествующей переоценки.

«Пороговое» значения было превышено уже в 2011 году, но решение о переоценке принято не было. Даже из формы № 11, в которой бюджетные организации сообщали о проведенной переоценке, была изъята соответствующая графа.

Но, хотя предприятия и получили право самим определять время переоценки, введённые в Налоговый кодекс поправки сделали это действие практически невыгодным. Так, статья 257 НК РФ *«Порядок определения стоимости амортизируемого имущества»* согласно которой *«При определении восстановительной стоимости амортизируемых основных средств в целях настоящей главы учитывается переоценка основных средств, осуществленная по решению налогоплательщика по состоянию на 1 января 2002 года и отраженная в бухгалтерском учете налогоплательщика после 1 января 2002 года. Указанная переоценка принимается в целях налогообложения в размере, не превышающем 30 процентов от восстановительной стоимости соответствующих объектов основных средств, отраженных в бухгалтерском учете налогоплательщика по состоянию на 1 января 2001 года (с учетом переоценки по состоянию на 1 января 2001 года, произведенной по решению налогоплательщика и отраженной в бухгалтерском учете в 2001 году). При этом величина переоценки (уценки) по состоянию на 1 января 2002 года, отраженной налогоплательщиком в 2002 году, не признается доходом (расходом) налогоплательщика в целях налогообложения. В аналогичном порядке принимается в целях налогообложения соответствующая переоценка сумм амортизации. При проведении налогоплательщиком в последующих отчетных (налоговых) периодах после вступления в силу настоящей главы переоценки (уценки) стоимости объектов основных*

средств на рыночную стоимость положительная (отрицательная) сумма такой переоценки не признается доходом (расходом), учитываемым для целей налогообложения, и не принимается при определении восстановительной стоимости амортизируемого имущества и при начислении амортизации, учитываемым для целей налогообложения в соответствии с настоящей главой».

Спрашивается, зачем предприятию проводить переоценку ОФ, если *«переоценка сумм амортизации не признается доходом (расходом) налогоплательщика в целях налогообложения»*? Вот они и не переоценивают свои ОФ, оставляя их на уровне 1997 года.

Поэтому, при приобретении нового оборудования по ценам в десятки раз превышающим цены работающего оборудования, показатель степени износа ОФ по предприятию снижается.

Второе. В соответствии с приказом Росстата от 01.12.2010 N 424 «Об утверждении указаний по заполнению форм федерального статистического наблюдения № 11» полная учетная стоимость для объектов, прошедших переоценку основных фондов равна их *восстановительной стоимости* на дату последней проведенной переоценки, *т. е. стоимости в ценах, существовавших на эту дату*. При этом величина начисленной амортизации полностью самортизированных основных средств, продолжающих участвовать в производственных процессах не проходит переоценку, что может существенно уменьшить степень износа.

Пример. Общая стоимость основных фондов предприятия **Н** на конец 2015 года составляла 26,5 млрд. руб., сумма начисленной амортизации за весь период использования его основных фондов равна 16,48 млрд. руб.

$$K_{\text{изнпр}2015} = (16,48 / 26,5) \times 100 = 62,18\%$$

Действительно же, на предприятии **Н** износ основного горного и обогатительного оборудования предприятия превысил все допустимые пределы: степень износа экскаваторов составил более 90%, буровых станков 92,5%, тяговых агрегатов 78%, обогатительного оборудования 72%.

Но в 2016 году на предприятии **Н** был введен ещё один крупный цех общей стоимостью 9,0 млрд. руб. в результате чего степень износа ОФ предприятия **Н** существенно снизилась:

$$K_{\text{изнпр}2016} = (16,48 + 0,96) / (26,5 + 9,0) \times 100 = 49,1\%$$

где: 0,96 – величина амортизационных начислений за 2016 год, млрд. руб.

При этом, снижение общей степени износа основных фондов предприятия N никак не отразилось на реальном качестве основного горного и обогащительного оборудования. Они остались такими же изношенными, как и до ввода нового цеха, а их ремонтами всё также занимаются более 2500 работников предприятия (34,2%).

По данным Росстата с 2000 по 2016 годы численность работающих на предприятиях занимающихся производством машин и оборудования снизилось с 2081 до 682 тысяч чел., снизилось и производство большинства видов оборудования, машин и механизмов, в том числе:

Турбин, млн. квт.	с 12,5 до 0,7 млн. квт	в 17,8 раз.
Металлорежущих станков, шт.	с 74200 до 3900 шт.	в 19,0 раз
Кузнечно-прессовых машин, шт.	с 27300 до 2423 шт.	в 11,26 раз
Бульдозеров	с 14100 до 501 шт.	в 28,1 раз
Экскаваторов	с 23100 до 1400 шт.	в 16,5 раз
Тракторов	с 92600 до 452 шт.	в 204 раза

В чём же причина этого положения?

Причин несколько, но одна из основных – отсутствие мотивации у нынешних собственников российских предприятий вкладывать средства в воспроизводство основных фондов и *«достройку, дооборудование, реконструкцию, модернизацию, техническое перевооружение объектов основных средств»*. Больше того, некоторые статьи Налогового кодекса направлены как раз наоборот, на демотивацию таких действий.

Например, п.5 ст.270, 25 главы НК РФ *«Расходы, не учитываемые в целях налогообложения»*, определяет, что не учитываются расходы *«в виде расходов по приобретению и (или) созданию амортизируемого имущества, а также расходы, осуществлённые в случаях достройки, дооборудования, реконструкции, модернизации, технического перевооружения объектов основных средств, за исключением расходов, указанных в пункте 9 ст.258 настоящей главы»*. При этом п.9 ст. 258 определяет, что *«Налогоплательщик имеет право включать в состав расходов отчетного (налогового) периода расходы на капитальные вложения в размере не более 10 процентов (не более 30 процентов - в отношении основных средств, относящихся к третьей - седьмой амортизационным группам) первоначальной стоимости основных средств (за исключением основных средств, полученных безвозмездно), а также не более 10 процентов (не более 30 процентов - в отношении основных средств, относящихся к третьей - седьмой амортизационным группам) расходов, которые понесены в случаях*

достройки, дооборудования, реконструкции, модернизации, технического перевооружения, частичной ликвидации основных средств и суммы которых определяются в соответствии со статьей 257 настоящего Кодекса. Если налогоплательщик использует указанное право, соответствующие объекты основных средств после их ввода в эксплуатацию включаются в амортизационные группы (подгруппы) по своей первоначальной стоимости за вычетом не более 10 процентов (не более 30 процентов - в отношении основных средств, относящихся к третьей - седьмой амортизационным группам) первоначальной стоимости, отнесенных в состав расходов отчетного (налогового) периода, а суммы, на которые изменяется первоначальная стоимость объектов в случаях достройки, дооборудования, реконструкции, модернизации, технического перевооружения, частичной ликвидации объектов, учитываются в суммарном балансе амортизационных групп (подгрупп) (изменяют первоначальную стоимость объектов, амортизация по которым начисляется линейным методом в соответствии со статьей 259 настоящего Кодекса) за вычетом не более 10 процентов (не более 30 процентов - в отношении основных средств, относящихся к третьей - седьмой амортизационным группам) таких сумм».

И ещё пример. Имеет ли смысл приобретать новое оборудование или технологию, используя которые на предприятии будут работать, при том же объеме производства, не 1000, а 500 человек, если инвестиции на такой проект составят 3,0 миллиарда рублей? То есть, вложив 3,0 миллиарда рублей, получим удвоение производительности труда, как и хотел наш Президент. При средней 40-тысячной зарплате, срок окупаемости составит 12,5 лет, что не совсем рентабельно. А у «них», при 2,5 тысячной, но в долларах, срок окупаемости составит менее 3,5 лет, что вполне приемлемо.

Несомненно, степень износа основных фондов является одним из ключевых показателей качества экономики, самым существенным образом влияющий на многие другие показатели, включая и самый важный из них – показатель производительности труда.

Сегодня огромное количество работающих занято плановыми и неплановыми (аварийными) ремонтами оборудования по причине их сверхнормативного износа. К примеру, на большинстве крупных горно-металлургических предприятиях России численность ремонтного персонала составляет более 30% от общего числа работающих, что существенно влияет на показатель производительности труда.

На основании проведенных исследований состояния ОФ ряда предприятий горно-металлургического комплекса Белгородской области, анализа статистических данных

состояния ОФ российских предприятий, выявлены основные причины создавшегося критического положения с износом ОФ на российских предприятиях:

1. В российской экономике отсутствует системность воспроизводства ОФ.
2. Показатель общей степени износа ОФ, применяемый в расчётах не отражает действительное состояние износа ОФ.
3. Постановление № 667 от 24 июня 1998г, и ряд статей Налогового кодекса остановило переоценку ОФ, которая стала не только необязательной, но и невыгодной.
4. Стоимость ОФ российских предприятий, в связи с отсутствием периодической переоценки, не соответствует их реальной рыночной стоимости.
5. Амортизационные начисления практически не используются в воспроизводстве ОФ.
6. Отсутствие переоценки ОФ при высокой инфляции и девальвации рубля в 2014-2016 годах привело к существенной деформации показателя степени износа ОФ.

Для своевременной замены морально и физически изношенных ОФ предлагается:

1. Перейти от системы амортизации, обеспечивающей возврат ранее затраченных на приобретение основных фондов средств, к системе, направленной на накопление средств.
2. Создать условия невыгодности использования физически и морально изношенных ОФ.
3. Система амортизации должна формировать на каждом предприятии «Специальный амортизационный фонд предприятия», средства которого используются исключительно на воспроизводство основных фондов.
4. Одновременно с переоценкой основных фондов, обязательно проводить переоценку суммы амортизационных начислений по следующему принципу:

$$A_{мп} = K_1 \times C_{пф1} + K_2 \times C_{пф2} + K_3 \times C_{пф3} + \dots + K_n \times C_{пфn}, \text{ руб.}$$

где: $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ - степень износа 1,2,3,...n-го оборудования предприятия;

$C_{пф1}, C_{пф2}, C_{пф3} \dots C_{пфn}$ – первоначальная (восстановительная) стоимость 1,2,3...n-го оборудования, руб.

5. Результаты переоценки ОФ должны использоваться в целях налогового учета, что повысит мотивацию собственников предприятий в своевременной замене изношенного оборудования.

6. Полностью с амортизированное оборудование, продолжающее использоваться в производственных процессах, должно облагаться налогом на имущество по первоначальной (восстановительной) стоимости.

Для реализации данных предложений необходимо внести в Налоговый кодекс следующие изменения и поправки:

1. Статью 257, 25 главы НК РФ «Порядок определения стоимости амортизируемого имущества» принять в следующей редакции: *«Сумма переоценки основных фондов с целью приведения их к реальной рыночной стоимости, учитывается при начислении амортизации в целях налогообложения».*

2. Исключить п.5, ст.270, 25 главы НК РФ «Расходы, не учитываемые в целях налогообложения», а именно: *«в виде расходов по приобретению и (или) созданию амортизируемого имущества, а также расходов, осуществленных в случаях достройки, дооборудования, реконструкции, модернизации, технического перевооружения объектов основных средств, за исключением расходов, указанных в пункте 9 статьи 258 настоящего Кодекса»;*

3. п.9 ст.258, 25 главы НК РФ принять в следующей редакции: *«В целях настоящей главы амортизируемое имущество принимается на учет по первоначальной стоимости, определяемой в соответствии со статьей 257 настоящего Кодекса, если иное не предусмотрено настоящей главой. Налогоплательщик имеет право включать в состав расходов отчетного (налогового) периода расходы на капитальные вложения в полном размере. Если налогоплательщик использует указанное право, соответствующие объекты основных средств после их ввода в эксплуатацию включаются в амортизационные группы по своей первоначальной стоимости, а суммы, на которые изменяется первоначальная стоимость объектов в случаях достройки, дооборудования, реконструкции, модернизации, технического перевооружения, частичной ликвидации объектов, учитываются в суммарном балансе амортизационных групп (изменяют первоначальную стоимость объектов, амортизация по которым начисляется линейным методом в соответствии со статьей 259 настоящего Кодекса)».*

4. В п.1 ст. 253, 25 главы НК РФ «Расходы, связанные с производством и (или) реализацией» включить подпункт 7 в следующей редакции: *«Расходы на реконструкцию, обновление, модернизацию, новое промышленное строительство, создание новых видов сырья и материалов, переоснащение производства, т.е. при налогообложении учитывать эти расходы».*

Подпункт 7 подтвердит статью 270 в новой редакции и откроет зеленый свет модернизации производств. Особенно улучшит это воздействие направленность

накопленной амортизации исключительно на воспроизводство основных фондов предприятий.

5. П.1 6 абзаца, ст. 257, 25 главы НК РФ «Порядок учёта результатов переоценки» принять в следующей редакции: *«Сумма переоценки основных фондов с целью приведения их к реальной рыночной стоимости, учитывается при начислении амортизации в целях налогообложения».*

6. Включить в ст.270 НК РФ п.5 в следующей редакции: *«Стоимость полностью изношенного оборудования, продолжающего использоваться на предприятии, облагается налогом на имущество по первоначальной (восстановительной) стоимости».*

Предложенные изменения создадут возможность не только возврата ранее затраченных средств на приобретение основных фондов, но и накопление их для простого воспроизводства, обеспечат мотивационные предпосылки к расширенному воспроизводству основных фондов. При этом у владельцев предприятий исчезнет иллюзия высокорентабельного производства, подтолкнет их к поиску путей и способов снижения издержек производства, замене старого изношенного и морально устаревшего оборудования на новое, высокотехнологичное, что обеспечит рост производительности труда.

Инвестиционная активность предприятий, несомненно, вызовет увеличение спроса на продукцию машиностроительной отрасли и позволит нашей экономике сделать существенный шаг от названия «сырьевой».

Вот уже много лет научные сообщества и бизнес России активно обсуждают проблему развития экономики России. Предлагаются весьма разнообразные пути - провести новую индустриализацию, создать 25 млн. высококвалифицированных рабочих мест, ввести инфраструктурную ипотеку, принять бюджетную поддержку малого и среднего бизнеса, повысить активность инвесторов различными налоговыми и неналоговыми стимулами.

Но, в любом случае будет совершенно неправильно, если российская экономика не начнёт использовать огромные ресурсы под названием «амортизационные начисления» для инвестиций в воспроизводство основных фондов.

Список литературы

1. Налоговый Кодекс Российской Федерации часть вторая. Глава 25. Налог на прибыль
2. Малашенко В.П. Инновационная экономика и её влияние на рост производительности труда. Сборник научных работ Межд. научно – практическая

конференция "Роль стратегии индустриально-инновационного развития республики Казахстан в условиях глобализации: проблемы, перспективы» РИИ. г. Рудный. 2009. Т.2. С.171-183.

3. Малашенко В.П. Налоговая реформа, как фактор роста производительности труда. Ежегодник. ИНИОН РАН Вып.4. Часть II. «Россия: тенденции и перспективы развития. 2009. стр.267-271.

4. Малашенко В.П., Аксёнов Д.В. Роль амортизации в модели экономического роста Солоу Сборник научных работ Международной научно – практической конференции "Образование, наука, производство и управление": Старый Оскол, СТИ МИСиС - 2009. Т.4. С.78-83.

5. Малашенко В.П., Аксенов Д.В. Свободное начисление амортизации – Сборник трудов шестой региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов. – Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2010. – Т.2. – С. 78–80.

6. Малашенко В.П. Экономические проблемы приватизации. Ежегодник ИНИОН РАН Выпуск 6. Часть 1. «Россия: тенденции и перспективы развития» 2011 г. стр.112-118.

7. Малашенко В.П. Монография. Приватизация – раковая опухоль России, Старый Оскол, РОСА: 2012. С. 340.

8. Малашенко В.П. Россия на пороге кризиса. Что может извлечь из опыта Нового курса экономика России? Ежегодник ИНИОН РАН Труды Восьмой Всероссийской научно- практ. конф. Часть 2. 2013. С.75-78.

9. Малашенко В. П. Проблемы роста производительности труда на предприятиях горно-металлургического комплекса. Сборник научных и научно-методических докладов «Образование, наука, производство и управление» Всероссийской научно- практической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов с международным участием т3. Ст.Оскол, СТИ НИТУ «МИСиС» 2013 г. С. 241-250.

10. Малашенко В.П. Монография. О производительности труда. О социальном жилье. О солидарном обществе. Старый Оскол: Изд-во СТИ НИТУ «МИСиС». 2014.- 60с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА НА ПРИМЕРЕ АО «ЗАВОД
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ - ЭТОН»**

Агеева Е.С., к.э.н., доцент, кафедра ЭУиОП

Канищева М.И., студент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация. В современных условиях тема правильной организации документооборота на предприятиях приобретает все большую актуальность, так как документы являются главными источниками информации хозяйствующего субъекта. Они являются основанием для принятия управленческих решений по достижению поставленной цели, а также сопровождают ведение всех бизнес-процессов.

Ключевые слова: документооборот; первичные документы; график документооборота; учётная информация; система электронного документооборота.

**ORGANIZATION OF DOCUMENT CIRCULATION ON THE EXAMPLE OF
JSC «METAL CONSTRUCTION PLANT» - ETHON"**

E. Ageeva, Candidate of Economics, Associate Professor

M. Kanishcheva, student

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Annotation. In modern conditions, the topic of proper organization of document circulation at enterprises is becoming increasingly important, since documents are the main sources of information for an economic entity. They are the basis for making management decisions to achieve the goal, as well as accompany the management of all business processes.

Keywords: document flow; source documents; workflow schedule; account information; electronic document management system.

В условиях современной экономики актуальной является тема организации документооборота, так как результативность любого хозяйствующего субъекта зависит от подбора правильного метода работы.

Правильная организация документооборота – неотъемлемое условие успешной работы АО «ЗМК-ЭТОН». Все подразделения и службы хозяйствующего субъекта полностью ответственны за правильное оформление совершаемых операций, а также за их законность. В их обязанности входит своевременная передача в бухгалтерию завода всех

документов (приказов, постановлений и распоряжений), договоров, смет, соглашений, нормативно-правовых и иных материалов, необходимых для учёта и контроля. В случае если документы были несвоевременно, недоброкачественно оформлены и составлены или произошла задержка отражения их в бухгалтерском учёте и отчётности, ответственность должны понести должностные лица, которые непосредственно подписывали и составляли данные документы. Также их ответственность распространяется за недостоверную информацию, содержащуюся в документах и отражение в них незаконных операций. Важно отметить, что список должностных лиц в АО «ЗМК-ЭТОН», обязанных составлять первичные документы и имеющих право их подписи, согласовываются с главным бухгалтером.

Согласно положениям Учётной политики предприятия, факты хозяйственной деятельности оформляются с использованием первичных документов. Операции, для которых отсутствуют утвержденные формы первичных документов, оформляются документами, разработанными в соответствии с требованиями, установленными законодательством по бухгалтерскому учёту и налоговым законодательством [1].

Отметим, что на предприятии утверждён график документооборота в целях соблюдения сроков составления и сдачи документов в бухгалтерию завода, своевременного получения учётной информации для оперативного руководства, предоставления бухгалтерской, налоговой и статистической отчётности в установленные сроки [2].

Сроки исполнения создания, проверки и обработки документов на АО «ЗМК-ЭТОН» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сроки исполнения создания, проверки и обработки документов

Вид документа	Создание документа	Проверка документа	Обработка документа
По учету кадров	В соответствии с поданным заявлением	По мере представления	По мере представления, вместе с информацией о величине начисленной заработной платы
По учету кассовых операций	По мере поступления денежных средств в кассу	Ежедневно	До 10 числа месяца, следующего за отчетным
По учету банковских операций	По мере необходимости	По мере необходимости (ежедневно)	По мере необходимости (ежедневно)

Сроки исполнения создания, проверки и обработки документов

Документы использования рабочего времени и расчетов с персоналом	Ежемесячно: для первой половины месяца – до 5 числа месяца, следующего за отчетным; для второй – до 20 числа текущего месяца	По мере представления	До 10 числа месяца, следующего за отчетным
По учету коммерческих мероприятий	Ежедневно	Ежедневно	Ежедневно
По учету сырья	Ежедневно	Ежедневно	Ежедневно
По учету ОС	По мере поступления	По мере поступления	В день поступления документа (на следующий день после передачи)

Для всех документов в бухгалтерском учёте обязательными являются пять основных этапов:

Первый этап: составление документа в момент совершения хозяйственной операции в соответствии с требованиями, предъявляемыми к оформлению документов.

Второй этап: передача документа в бухгалтерию, где контролируют своевременность и полноту сдачи его для учетной обработки.

Третий этап: проверка принятых документов бухгалтером. Проверка осуществляется по форме (проверяется полнота и правильность оформления документов, заполнение их обязательных реквизитов), по содержанию (проверяется законность документированных операции, логическая увязка отдельных показателей) и, кроме того, включает арифметическую проверку.

Четвертый этап: обработка документа в бухгалтерии: таксировка, или расценка, предусматривает перевод натуральных и трудовых измерителей в обобщающий денежный измеритель; группировка – подбор документов, однородных по экономическому содержанию (приход ТМЦ и расход ТМЦ); котировка – указание в первичном документе корреспонденции счетов по конкретной хозяйственной операции, вытекающей из содержания документа.

Пятый этап: сдача документов в архив на хранение после составления по ним учетных регистров [1].

Таким образом, система документооборота в АО «ЗМК-ЭТОН» соответствует всем стандартам. Однако в сложившихся современных условиях необходимо совершенствовать

работу с документами для того, чтобы повысить эффективность управления, ведь все принимаемые руководством управленческие решения основываются на информации.

Для любого предприятия или организации вопросы оптимизации документооборота и контроля за обработкой информации имеют ключевое значение. Большое значение в оптимизации деятельности хозяйствующего субъекта любого размера и профиля отводится современным системам документооборота. В настоящее время всего около 35% информации АО «ЗМК-ЭТОН» находится в электронном виде. Соответственно около 65% информации имеет бумажный вид, что создает проблему при поиске нужных документов. Именно поэтому мы рекомендуем полностью перейти на электронный документооборот, так как автоматизация документооборота является важнейшим аспектом повышения конкурентоспособности любой компании. Внедрение системы электронного документооборота (СЭД) существенно упрощает поиск и хранение документов, решает проблему управления правами доступа и, как следствие, многие проблемы, возникающие в процессе документационной деятельности [3].

Таким образом, к основным задачам внедрения СЭД можно отнести:

- эффективное управление документопотоками на предприятии;
- централизацию хранения документации;
- повышение контроля исполнения работ по документам;
- облегчение доступа к информации для принятия управленческих решений;
- повышение информационной безопасности предприятия.

Список литературы

1. Васильев В.П. Организация и ведение документооборота, его основные этапы // Научный журнал КубГАУ. 2015. №110(06). С. 1-16
2. Учётная политика АО «ЗМК-ЭТОН»
3. Машенко И.С., Чернышева Н.В. Российский рынок СЭД: проблемы и перспективы развития// Электронный вестник Ростовского социально-экономического института.2015, № 3-4. С.808-818.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО
РЕЗУЛЬТАТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ**

Бесхмельницына Светлана Николаевна, к.э.н., доцент, кафедра ЭУиОП

Буль Юлия Александровна, студент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация: в статье представлена краткая характеристика формирования отчёта о финансовых результатах в соответствии с международными стандартами финансовой отчётности.

Ключевые слова: финансовый результат, прибыль, убыток.

**THEORETICAL ASPECTS OF THE FORMATION OF THE FINANCIAL
RESULT OF THE ORGANIZATION ACTIVITIES**

Beskhmel'nitsyna Svetlana Nikolaevna, Candidate of Economics Associate Professor

Yulia Alexandrovna Bul, student

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Annotation: the article presents a brief description of the formation of a report on financial results in accordance with international financial reporting standards.

Keywords: financial result, profit, loss.

Данные бухгалтерского учета отдельного предприятия представляют собой широкий спектр информации, отражающей каждый шаг, совершенный предприятием посредством действий своих управляющих, в той или иной сфере его деятельности.

Для всех пользователей основным интересом всегда будет оставаться доходность и прибыльность организации, определяемые по финансовым результатам, полученным предприятием за отчетный период. Поэтому им в отчетности уделяется особое внимание.

Финансовый результат деятельности организации выражается в показателях прибыли или убытка. При этом прибыль является важнейшим источником финансирования расширения производства, а убыток – неэффективностью деятельности предприятия.

Прибыль (убыток) организации – это конечный показатель деятельности предприятия за определенный период времени.

Отчёт о финансовых результатах – это один из основных компонентов бухгалтерской отчётности организации. С его помощью можно характеризовать изменение капитала под влиянием доходов и расходов [1].

Для составления отчёта о финансовых результатах деятельности организации необходимо раскрыть статьи доходов и расходов. Правила формирования в бухгалтерской (финансовой) отчётности доходов коммерческой организации устанавливает Положение по бухгалтерскому учёту и бухгалтерской отчётности «Доходы организации», согласно которому доходами признается увеличение экономических выгод в результате поступления активов (денежных средств, иного имущества) и (или) погашение обязательств, приводящее к увеличению капитала.

А расходов - Положением по бухгалтерскому учёту «Расходы организации», в соответствии с которым расходами организации признается уменьшение экономических выгод в результате выбытия активов и (или) возникновения обязательств, приводящее к уменьшению капитала этой организации [2]. Согласно данным Положениям, выделяют критерии признания доходов и расходов.

К ним относятся:

- доходы – организация имеет право на получение выручки; сумма доходов может быть определена; имеется уверенность, что произойдет увеличение экономических выгод организации; произведенные расходы могут быть определены.
- расходы – расходы произведены в соответствии с конкретным договором или требованиями законодательства; существует уверенность в том, что произойдет уменьшение экономических выгод; сумма расходов может быть определена.

Если в отношении денежных средств, расходов или иных активов, не выполняется хотя бы один критерий, то в бухгалтерской отчётности признается кредиторская или дебиторская задолженности.

Далее, организация проводит распределение доходов и расходов по обычной и прочим видам деятельности. Их классификация представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Классификация доходов и расходов по видам деятельности

Классификация доходов и расходов			
Доходы		Расходы	
По обычным видам деятельности	По прочим видам деятельности	По обычным видам деятельности	По прочим видам деятельности
Выручка от продажи, продукции, товаров	Поступления, не связанные с обычными видами деятельности	Себестоимость реализованной продукции (работ, услуг) Элементы затрат: Материальные затраты; Затраты на оплату труда; Амортизация и т.д.	Расходы, связанные с предоставлением активов во временное пользование
			Расходы, связанные с предоставлением за оплату прав
Поступления, связанные с выполнением работ, оказанием услуг	Поступления по операциям, имеющим разовый характер	Коммерческие расходы	Расходы, связанные с продажей, выбытием ОС
		Управленческие расходы	Расходы, связанные с участием в уставных капиталах других организаций

Для обобщения информации о доходах, расходах и финансовых результатах хозяйственной деятельности предприятия предназначены счета 90 «Продажи» и 91 «Прочие доходы и расходы», 99 «Прибыли (убытки)».

Порядок формирования финансовых результатов представлен в формулах 1-5

(1)

Выручка от продаж продукции (работ, услуг) – Себестоимость продукции (работ, услуг) = Валовая прибыль (убыток);

(2)

Валовая прибыль (убыток) – (Коммерческие + Управленческие расходы) =
Прибыль (убыток) от продаж;

(3)

Прибыль (убыток) от продаж ± Сальдо прочих доходов и расходов = Прибыль (убыток) до налогообложения;

(4)

Текущий налог на прибыль = Условный расход по налогу на прибыль ± Изменение ПНА (ПНО) ± Изменение ОНА (ОНО)

Прибыль (убыток) до налогообложения – Текущий налог на прибыль = Чистая
прибыль (убыток) отчётного периода;

Таким образом, можно сделать вывод, что формирование финансового результата заключается в признании на предприятии доходов и расходов, а также в заполнении отчёта о финансовых результатах. Отчёт о финансовых результатах – это важный показатель экономической эффективности деятельности предприятия при принятии управленческих и инвестиционных решений.

Список литературы

1. Свердлик С.В. Особенности формирования отчёта о финансовых результатах в российской и международной практике // Финансовый учёт. – 2015. №24. –С. 22-30.
2. Угольникова О.А. Формирование финансового результата в бухгалтерском учёте и финансовой отчётности экономического субъекта // Устойчивое развитие экономики промышленных предприятий. – 2015. Конференция. – С. 39-45.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ О
ЗАЁМНЫХ СРЕДСТВАХ В ГОДОВОЙ БУХГАЛТЕРСКОЙ (ФИНАНСОВОЙ)
ОТЧЕТНОСТИ НА СУ №8 АО "КМАПРОЕКТЖИЛСТРОЙ"**

Бесхмельницына Светлана Николаевна, к.э.н., доцент, кафедра ЭУиОП,

Митирёва Екатерина Сергеевна, студент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол*

*Аннотация: в статье рассматривается сущность заемных средств, особенности
учета по займам и кредитам.*

Ключевые слова: заёмные средства, привлечение заёмных средств, займы и
кредиты, обязательства.

**METHODICAL ASPECTS OF FORMATION OF INDICATORS OF AGENCY
FUNDS IN THE ANNUAL ACCOUNTING (FINANCIAL) STATEMENTS ON THE SU
№8 OF JSC "KMAPROEKTZHILSTROY"**

Beshmelnitsyna Svetlana Nikolaevna, Candidate of Economics Associate Professor

Mitireva Ekaterina Sergeevna, student

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

*Annotation: The article discusses the essence of borrowed funds, especially the
accounting for loans and credits.*

Keywords: borrowed funds, raising borrowed funds, loans and credits, liabilities

На сегодняшний день, экономика Российской Федерации развивается достаточно стремительно, за счет формирования малого и среднего бизнеса. Но успешное развитие предпринимательства невозможно без необходимого количества денежных средств. Субъекты хозяйственной деятельности, которые осуществляют предпринимательскую деятельность, не всегда могут обладать достаточным запасом денежных средств, необходимые для улучшения производственной деятельности. В данной ситуации организации прибегают к кредитам и займам. Организация может получить кредит в банке или ином кредитном учреждении.

Займом или кредитом называются экономические отношения, связанные с передачей в собственность денег, товаров или вещей с обязательным условием их возврата, спустя определенное время возмездно или безвозмездно.

Для функционирования деятельности любой коммерческой организации в большей или меньшей степени требуется привлечение заемных средств.

Привлечение заемных средств – это возникновение обязательств по погашению основной суммы кредита (займа) и по уплате процентов за пользование данными денежными средствами [1].

Наличие заемных средств в разделе источников финансирования деятельности организации оказывает, довольно, существенное влияние на показатели, которые рассчитываются при анализе ее финансового состояния. Поэтому формирование достоверной информации о размере заемных средств в системе бухгалтерского учета и представление ее в финансовой отчетности организации имеют большое значение.

Привлекая заемные средства, предприятие может получить ряд преимуществ, которые при определенных ситуациях могут повлечь за собой ухудшение финансового состояния, приблизиться его к банкротству [2].

К преимуществам привлечения заемного капитала можно отнести: ускорение развития предприятия; повышение рентабельности собственного капитала; риск потери контроля над компанией крайне низок; возможность использования налоговых щитов, что снижает цену капитала; повышение мотивации менеджеров для эффективной работы; простая процедура оформления, низкие издержки и короткие сроки привлечения заемного капитала по сравнению с собственным. Но в то же время привлечение заемных финансовых ресурсов имеет ряд недостатков, такие как: компания увеличивает финансовый риск, т.к. объем привлечения ресурсов по приемлемым для компании ставкам ограничен; целевой характер большинства заемных финансовых ресурсов ограничивает компанию в распоряжении средствами, что приводит к упущенной выгоде; привлечение средств происходит на ограниченное время [3].

Для улучшения структуры хозяйственных средств (капитала) предприятия необходимо, чтобы темп роста заемного капитала был ниже темпа роста собственного капитала.

Основным нормативным документом в Российской Федерации является Положение по бухгалтерскому учету «Учет расходов по займам и кредитам» (ПБУ 15/2008), утвержденное приказом Минфина России от 06.10.2008 № 107н, который регулирует отражение заемных средств в бухгалтерском учете и бухгалтерской (финансовой) отчетности [4].

При решении задачи о целесообразности привлечения заемных средств необходимо дать оценку структуре пассивов. При ситуации, когда в организации есть высокая доля долга, то привлечение новых заемных средств является неразумным [3].

Необходимость анализа заемных средств в том, что бы выявить объем, состав и формы привлечения заемных средств, оценка эффективности их использования. На основании анализа можно сделать выводы о целесообразности использования заемных средств.

Задачи анализа привлеченных (заемных) средств, представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 - Задачи анализа привлеченных средств

Согласно ПБУ 15/01 основная сумма долга по полученному кредиту (займу) должен учитываться организацией-заемщиком в соответствии с условиями договора кредитного договора или займа в сумме фактически поступивших денежных средств или в стоимостной оценке других вещей, которые предусмотрены в договоре.

Для учета расчетов с банком по полученным займам или кредитам предусматриваются пассивные расчетные счета: 66 "Расчеты по краткосрочным кредитам и займам" и 67 "Расчеты по долгосрочным кредитам и займам".

По кредиту отражается получение кредитов или займов и начисление процентов. По дебету - возврат кредита или займа.

В корреспонденция данных счетов при получении заёмных обязательств осуществляется с дебитом счетов кассы, расчетного счета и т.п.

Аналитический учет кредитных обязательств организация обязана вести по каждому отдельному кредиту или займу, в рамках отдельного кредитора (контрагента).

Для учета каждого вида задолженности открываются соответствующие субсчета, так если платеж по кредиту или займу компания просрочила, то она обязана перевести сумму просрочки из субсчета срочной в субсчет просроченной задолженности. Операция перевода должна осуществляться на следующий день после дня, который был указан в договоре как день оплаты основного долга [5].

На АО «КМАпроектжилстрой» задолженность по полученному займу и (или) кредиту учитывается в сумме фактически поступивших денежных средств или в стоимостной оценке других вещей, предусмотренной договором.

Также на АО «КМАпроектжилстрой» применяется еще один из возможных способов ведения учета по кредитам и займам: в момент фактической передачи денег или других вещей, задолженность по полученному займу и (или) кредиту отражается в составе кредиторской задолженности.

Таким образом, считается, что заемные средства — это долговые обязательства предприятия (организации), выраженные в денежной форме. Этот показатель имеет множество признаков классификации, который отображается в балансе в разрезе статей в зависимости от источника финансирования.

Необходимость привлечения заемных средств состоит во временном дефиците наиболее ликвидных активов предприятия, которые необходимы для приобретения материалов, сырья, товаров для продажи и основных производственных фондов. Для удовлетворения потребности организаций в заемных средствах существуют различные финансовые инструменты (например, банковский кредит).

Список литературы

1. Парасоцкая Н.Н. Бухгалтерский учет кредитов и займов // Аудитор. №10-2014
2. Абдукаримов И.Т., Абдукаримова Л.Г. Анализ состояния и использования заемного (привлеченного) капитала на основе бухгалтерской (финансовой) отчетности // Социально-экономические явления и процессы. №4 (50)-2013
3. Авановская А.В., Ахмедзянова Ф.Н. Оценка и отражение в финансовой отчетности заемных средств по российским и международным стандартам: сходства и различия // Международный бухгалтерский учет. №34 (328)-2014

4. Самохин Р.В. Влияние эффективности заемного капитала на финансовое состояние предприятия // Бизнес в законе. №1-2014
5. Особенности учета заёмных средств [Электронный ресурс]: [http: // buh-spravka.ru/buhgalterskij-ucheta-zaemnyx-sredstv.html](http://buh-spravka.ru/buhgalterskij-ucheta-zaemnyx-sredstv.html)

**АНАЛИЗ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ
НА ПРИМЕРЕ ООО «КОМТРЕЙД»**

Бесхмельницына С.Н., к.э.н., доцент, кафедра ЭУиОП

Мишурова А.И., студент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация: в статье рассматриваются теоретические и практические вопросы, связанные с определением уровня деловой активности коммерческой организации.

Ключевые слова: деловая активность, коэффициенты оборачиваемости и рентабельности, «золотое правило экономики организации».

ANALYSIS OF BUSINESS ORGANIZATION ACTIVITY

Beskhmel'nitsyna Svetlana Nikolaevna, Candidate of Economics Associate Professor

Mishurova Anastasia Igorevna

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract: the article deals with theoretical and practical issues related to determining the level of business activity of a commercial organization.

Keywords: business activity, turnover and profitability ratios, «the golden rule of the organization's economy».

Деловая активность – это способность предприятия удерживать лидирующие позиции на рынке среди конкурентов. Под деловой активностью организации принято рассматривать комплекс коэффициентов оборачиваемости, характеризующих эффективность деятельности предприятия.

Оценка деловой активности является актуальной для каждой организации, так как является одним из важных аспектов финансового анализа. Показатели деловой активности позволяют проанализировать, насколько эффективно предприятие использует свои средства. Эти показатели имеют большое значение для оценки финансового положения предприятия, так как скорость оборота средств оказывает непосредственное влияние на платежеспособность предприятия.

В данной статье рассматривается методика расчета и анализа деловой активности организации путем повышения эффективности работы хозяйствующего субъекта на примере коммерческого предприятия ООО «Комтрейд».

По мнению Е.А. Губертова и Ю.Ш. Шихахмедовой, в настоящее время деловая активность выступает важнейшим фактором, определяющим не только финансовую стабильность предприятий, но и способность к инновационному развитию в текущем периоде и в перспективе [1].

При анализе деловой активности предприятий необходимо учитывать устойчивость их экономического роста, наличие и выполнение стратегических планов развития (стабилизации в условиях кризисной экономики), уровень выполнения принятых планов производства, возможности участия в отраслевых планах импортозамещения, уровень эффективности использования материальных и трудовых ресурсов и многие другие аспекты.

О.И. Мамрукова и Г.В. Круглова считают, что анализ деловой активности предприятия даёт возможность выявить уровень эффективности, с которым используются средства. Оценка деловой активности предприятия, как было сказано выше, предполагает рассмотрение коэффициентов. Это коэффициенты оборачиваемости и рентабельности [3].

Расчет деловой активности коммерческого предприятия произведен на основе данных бухгалтерской финансовой отчетности ООО «Комтрейд».

Также результативность деятельности предприятия во многом зависит от интенсивности оборачиваемости капитала как в целом, так и отдельных его частей. Основными показателями оборачиваемости являются:

$$K_{об\text{совокупных активов}} = \text{Выручка}/A, \quad (1)$$

$$K_{об\text{иммобилизованных средств}} = \text{Выручка}/ВнА, \quad (2)$$

$$K_{об\text{мобильных средств}} = \text{Выручка}/ОбА, \quad (3)$$

$$K_{об\text{матер.оборотных ср-в}} = \text{Себестоимость}/АЗапасы, \quad (4)$$

$$K_{об\text{гот.прод-ции}} = \text{Выручка}/\text{Гот. продукция}, \quad (5)$$

$$K_{об\text{ддз}} = \text{Выручка}/\text{ДДЗ}, \quad (6)$$

$$K_{об\text{дс}} = \text{Выручка}/\text{ДС}, \quad (7)$$

Рассчитанные величины данных показателей на начало и конец отчетного периода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ относительных показателей оборачиваемости

п/п	Показатель	Предыдущий год	Отчётный год	Абсолютные отклонения (+; -)
	2	3	4	5
	Коэффициент оборачиваемости совокупных активов	7,35	4,92	-2,43
	Коэффициент оборачиваемости иммобилизованных средств	30,04	8,23	-21,81
	Коэффициент оборачиваемости мобильных средств	9,74	12,24	+2,5
	Коэффициент оборачиваемости материальных оборотных средств	16,71	13,2	-3,5
	Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	19,47	8519,43	+8499,96
	Коэффициент оборачиваемости денежных средств	460,01	41,53	-418,48

Анализ показал, что деловая активность предприятия в отчётном году не стабильна, так как наблюдается снижение коэффициента оборачиваемости денежных средств на 418,48 пунктов, иммобилизованных средств на 21,81 пункта, совокупных активов на 2,43 пункта, соответственно, по сравнению с предыдущим периодом.

Однако наблюдается увеличение коэффициента мобильных средств на 2,5 пункта, а также рост коэффициента оборачиваемости дебиторской задолженности на 8499,96 пункта, что является благоприятным фактором деятельности предприятия.

Следующим этапом является проведение сравнительного анализа дебиторской и кредиторской задолженности. Результаты анализа представим в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительный анализ дебиторской и кредиторской задолженности

Показатели	Кредиторская задолженность		Дебиторская задолженность	
	Предыдущий год	Отчётный год	Предыдущий год	Отчётный год
Темпы изменения, %	266,6		0,34	
Оборачиваемость, в оборотах	33,3	27,7	22	57,5
Период погашения, в днях	11	13	17	7

В ходе анализа было выявлено, что в отчётном году темпы изменения

кредиторской и дебиторской задолженности равны 266,6 и 0,34 % соответственно.

Оборачиваемость кредиторской задолженности в отчётном году уменьшилась до 27,7 оборота, что привело к увеличению периода её погашения на 2 дня.

Дебиторская задолженность, в свою очередь, также увеличилась и в отчётном году стала равна 57,5. При этом период её погашения снизился на 10 дней.

Как утверждает А.Р. Кадырова, при изучении сравнительной динамики абсолютных показателей деловой активности оценивается соответствие следующему оптимальному соотношению, получившему название «золотого правила экономики организации»:

$$\text{ТрП} > \text{ТрРП} > \text{ТрА} > 100\%, \quad (8)$$

где ТрП - темп роста прибыли;

ТрРП - темп роста выручки от продаж или реализации продукции;

ТрА - темп роста средней величины активов [2].

Если данное соотношение показателей выполняется, то деятельность исследуемого предприятия считается рациональной и эффективной.

Поэтому, получим, что:

$$\text{П} = \text{Чистая прибыль}_{\text{отч.года}} / \text{Чистая прибыль}_{\text{пр.года}}, \quad (9)$$

$$\text{РП} = \text{Выручка}_{\text{отч.года}} / \text{Выручка}_{\text{пр.года}}, \quad (10)$$

$$\text{А} = \text{Валюта баланса}_{\text{отч.года}} / \text{Валюта баланса}_{\text{пр.года}}, \quad (11)$$

$$\text{П} = (2491/526) * 100\% = 474;$$

$$\text{РП} = (59636/44161) * 100\% = 135;$$

$$\text{А} = (12123/6005) * 100\% = 202;$$

Данные показатели находятся в следующей зависимости: $474 > 135 < 202$.

По результатам проведенного анализа деловой активности организации можно констатировать невыполнение «золотого правила», а именно отставание темпов роста объема реализации от темпов роста активов. Однако при этом наблюдается рост экономического потенциала предприятия, так как темпы балансовой прибыли и активов превышают 100%, что свидетельствует об эффективной деятельности организации в целом.

Данная ситуация свидетельствует о том, что в анализируемом периоде компания ООО «Комтрейд» добилась увеличения эффективности использования активов с помощью роста рентабельности продаж, то есть за счет роста цен на реализуемые работы и услуги, а также благодаря снижению себестоимости реализованной продукции.

Таким образом, оценка деловой активности коммерческого предприятия

необходима для того, чтобы определить результативность деятельности исследуемой фирмы и при необходимости разработать пути ее улучшения.

По нашему мнению, анализ деловой активности представляет собой исследование различных финансовых коэффициентов, то есть показателей оборачиваемости, которые характеризуют финансовое состояние коммерческой организации.

В заключении необходимо отметить, что произвести оценку и анализ деловой активности предприятия возможно только при наличии сведений, которые отвечают принципам достоверности и своевременности. Такая информация позволяет руководству предприятия принимать взвешенные и рациональные управленческие решения для повышения эффективности деятельности организации, а также в целях увеличения прибыли.

Список литературы

1. Губертов Е.А., Шихахмедова Ю.Ш. Проблемы деловой активности предприятия / Е.А. Губертов, Ю.Ш. Шихахмедова // Территория науки. – 2017. – №5. – С. 82-87.
2. Кадырова А.Р. Информационное обеспечение анализа деловой активности предприятия / А.Р. Кадырова // Научные записки молодых исследователей. – 2018. – №1. – С. 27-32.
3. Мамрукова О.И., Круглова Г.В. Оценка и обзор методик анализа деловой активности и экономической эффективности деятельности организации / О.И. Мамрукова // Вестник Международного института экономики и права. – 2016. – №1. – С. 14-24.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКОГО И АНАЛИТИЧЕСКОГО УЧЕТА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ

Бесхмельницына С.Н., к.э.н., доцент

Романова А.А., студент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы, связанные с синтетическим и аналитическим учетом основных средств. Разбираются типовые проводки по поступлению и выбытию основных средств.

Ключевые слова: основные средства; синтетический и аналитический учет основных средств; типовые проводки по поступлению и выбытию основных средств.

THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS OF THE ORGANIZATION OF SYNTHETIC AND ANALYTICAL ACCOUNTING OF FIXED ASSETS

S. Beshmelnitsyna, Candidate of Economics Associate Professor

A. Romanova, student

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract: the article deals with issues related to synthetic and analytical accounting of fixed assets. Understand typical transactions for the receipt and disposal of fixed assets.

Keywords: fixed assets; synthetic and analytical accounting of fixed assets; typical transactions on receipt and disposal of fixed assets.

На основании действующих нормативных документов основные средства предприятия представлены материально-вещественными ценностями, применяемыми как средства труда в процессе производства продукции, выполнения работ и оказания услуг, а также к управлению предприятием и функционирующие в натуральной форме [1,2].

Синтетический и аналитический учет основных средств является неотъемлемой частью организации бухгалтерского учета. Главное предназначение синтетического и аналитического учета основных средств заключается в повышении эффективности их использования.

Учет осуществляется на основе регистров бухгалтерского учета по рекомендации Министерства финансов Российской Федерации или же разработанных министерствами и иными органами исполнительной власти или организациями [1].

Синтетический учет наличия и движения основных средств, согласно Плану счетов бухгалтерского учета, ведется на счете 01 «Основные средства», счет балансовый, активный. На этом счете имеется 2 субсчета: 01.1 «Основные средства в организации» и 01.2 «Выбытие основных средств». Предназначение данного счета заключается в обобщении данных о наличии и движении основных средств предприятия, которые находятся в эксплуатации, запасе, на консервации, в аренде, а также доверительном управлении. Дебет счета отображает принятие к бухгалтерскому учету основных средств, а также повышение их первоначальной стоимости при достройке, дооборудовании, реконструкции и переоценке. Кредит счета отображает списание первоначальной стоимости по выбывшим объектам основных средств, а также снижение их первоначальной стоимости при неполной ликвидации основных средств и переоценке. Сальдо счета демонстрирует цену имеющихся на предприятии основных средств [2].

На предприятие основные средства могут попадать как безвозмездно (например, субсидия правительства или же по договору дарения, а также в виде пожертвования), так и могут быть купленными, сооруженными собственными силами или же поступившими как взнос учредителей в уставный капитал. В любом случае поступления основных средств формируется по-разному.

Типовые проводки по поступлению основных средств представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Типовые проводки по поступлению основных средств

Содержание хозяйственной операции	Дебет	Кредит
1	2	3
1) Приобретение за плату ОС		
1.1 Отражена договорная стоимость объекта ОС	8	0
1.2 Учтена сумма НДС по приобретенным ОС	9	0
1.3 Отражена стоимость услуг по доставке ОС	8	0
1.4 Учтена сумма НДС по доставке	9	0
1.5 Принят к учету объект ОС	1	0
1.6 Принят к вычету НДС по объекту ОС	8	6
1.7 Произведена оплата поставщику ОС	0	6
1.8 Произведена оплата по доставке транспортной организации	0	6
2) Поступление ОС в качестве вклада в УК		
2.1 Отражена задолженность участника по вкладу в УК	5	7
2.2 Отражено поступление объекта ОС от участника	8	0
3) Поступление ОС, полученных организацией по договору дарения		

3.1 Принято к учету ОС, полученное безвозмездно	8	0	8	9
3.2 Принят к учету объект ОС	1	0	8	0

Стоимость объекта основных средств, выбывшего или постоянно не используемого для производства продукции, выполнения работ и оказания услуг, либо для управленческих нужд организации необходимо списывать с бухгалтерского учета. Выбытие объекта основных средств осуществляется в случаях продажи, его списания в результате морального износа и физического, ликвидации при авариях, стихийных бедствиях, других чрезвычайных ситуациях, передаче в виде вклада в уставный капитал иных организаций, передаче по договорам дарения.

В случае если списание объекта основных средств происходит по результатам его продажи, то выручка от продажи данного основного средства имеет место быть отраженной в бухгалтерском учете в сумме, которая изначально была согласована в договоре между сторонами.

Доходы и расходы, которые появились в ходе списания объектов основных средств с бухгалтерского учета подлежат зачислению в состав прочих доходов и расходов.

Типовые проводки по выбытию основных средств при их продаже представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Типовые проводки по выбытию основных средств при их продаже

Содержание хозяйственной операции	Дебет	Кредит
1	2	3
1 Отражается задолженность покупателя по договору купли-продажи ОС	62	91.1
2 Начислен НДС	91.2	68
3 Списывается первоначальная стоимость объекта ОС	01.выбытие	01
4 Списывается сумма начисленной амортизации	02	01.выбытие
5 Списывается остаточная стоимость объекта	91.2	01.выбытие
6 Отражено поступление денежных средств от продажи объекта ОС	51	62
7 Отражен финансовый результат от продажи объекта ОС:		
если прибыль	91.9	99
если убыток	99	91.9

В качестве первичных учетных документов для учета основных средств используются такие унифицированные формы первичной учетной документации как: ОС-1, ОС-1а, ОС-1б, ОС-2, ОС-3, ОС-4, ОС-4а, ОС-4б, ОС-6, ОС-6а, ОС-6б, ОС-14, ОС-15, ОС-16. Но вести учет с помощью данных первичных документов достаточно трудозатратно и объемно. Имеются различные пути совершенствования организации первичного учета с использованием ЭВМ. Это, например: сокращение и изъятие из

первичных документов постоянных показателей и запись их в память ЭВМ; сокращение общего объема первичной информации за счет исключения из нее условно-постоянной информации; замена обычных бумажных первичных документов машинными носителями информации.

Аналитический учет наличия и движения основных средств внутри организации происходит в инвентарных карточках, представляющих собой регистры аналитического учета основных средств. Инвентарные карточки ведутся в бухгалтерии в одном экземпляре: на каждый объект – по форме № ОС-6, на группу объектов – по форме № ОС-6а, для объектов основных средств малых предприятий – по форме № ОС-6 б [3].

Инвентарные карточки находятся на хранении в бухгалтерии в картотеке. Объединение инвентарных карточек в картотеке имеет возможность быть выполненной в соответствии с Классификацией основных средств, включаемых в амортизационные группы, а внутри разделов, подразделов, классов и подклассов – по месту эксплуатации (структурным подразделениям организации). Организация, имеющая в своем распоряжении достаточно незначительное количество объектов основных средств, имеет право на осуществление аналитического учета в инвентарной книге, в которой имеются указания всей необходимой информации об объектах основных средствах по их видам и местам нахождения [4].

Таким образом, учет основных средств достаточно широк и многогранен. Поэтому необходимо автоматизировать процесс учета, что позволит облегчить работу с документами и правильно ее организовать.

Список литературы

1 Приказ Минфина РФ от 13.10.2003 N 91н (ред. от 24.12.2010) «Об утверждении Методических указаний по бухгалтерскому учету основных средств» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 21.11.2003 N 5252)

2 Приказ Минфина России от 30.03.2001 N 26н (ред. от 16.05.2016) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет основных средств» ПБУ 6/01» (Зарегистрировано в Минюсте России 28.04.2001 N 2689)

3 Постановление Госкомстата РФ от 21.01.2003 N 7 «Об утверждении унифицированных форм первичной учетной документации по учету основных средств»

4 Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 (ред. от 07.07.2016) «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы»

ОРГАНИЗАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Бешмельницына С.Н., к.э.н., доцент

Толстых Ю.В., студент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация: Бухгалтерский учет готовой продукции предприятий представляет собой один из наиболее сложных и ответственных частей учетной политики организации, где главным результатом выступает выручка от реализации готовой продукции, которая влияет как на финансовые показатели предприятия, так и на долю прибыли в отчетном периоде.

Статья посвящена основным моментам бухгалтерского учета реализации и продажи готовой продукции. Также рассмотрен учет готовой продукции по фактической (производственной) и плановой (нормативной) себестоимости.

Ключевые слова: готовая продукция; бухгалтерский учет; дебет; кредит; предприятие, себестоимость.

ORGANIZATION OF ACCOUNTING OF FINISHED PRODUCTS AT THE ENTERPRISE

S. Beshmelnicina, Candidate of Economics Associate Professor

Y. Tolstih, student

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Annotation: Accounting of finished products of enterprises is one of the most complex and responsible parts of the accounting policy of the organization, where the main result is the revenue from the sale of finished products, which affects both the financial performance of the enterprise and the share of profit in the reporting period.

The article is devoted to the main points of accounting sales and sale of finished products. Also considered the accounting of finished products on the actual (production) and planned (normative) cost.

Keywords: finished products; accounting; debit; credit; enterprise, cost price.

Основной деятельностью любого производственного предприятия является выпуск и реализация готовой продукции, оказание услуг, выполнение работ. В соответствии с

ПБУ «Учет материально-производственных запасов» 5/01 готовая продукция представляет собой часть материально-производственных запасов, которые предназначены для реализации [1].

Готовая продукция – это изделия и полуфабрикаты, прошедшие все стадии технологической обработки производственного цикла, соответствующие качественным и техническим характеристикам, формирующие состав оборотных активов и предназначенные для реализации с целью получения положительного финансового результата.

Рассмотрим типовые проводки по учету и реализации готовой продукции.

Таблица 1 – Типовые проводки по учету и реализации готовой продукции

Корреспонденция счетов		Содержание операции
Дебет	Кредит	
1	2	3
40 (43)	20, 23,26,	Выпущена из производства готовая продукция и сдана на склад по ее фактической себестоимости.
43	40	Учтена выпущенная готовая продукция по ее плановой себестоимости.
40	43	Откорректирована разница в себестоимости выпущенной готовой продукции (экономия).
90.2	43	Направлена на продажу готовая продукция по ее фактической себестоимости с учетом НДС.
62.01	90.01	Отражена выручка за проданную продукцию с учетом НДС.
90.3	68.02	Отражен НДС за реализованную продукцию.
51	62.01	Погашена задолженность поставщика за отгруженную продукцию

Учет готовой продукции можно вести как по фактической производственной себестоимости, так и по плановой. Организация вправе сама выбрать удобный для нее способ отражения готовой продукции на счетах бухгалтерского учета.

В случае, если организация принимает решение учитывать готовую продукцию по фактической себестоимости, то учет будет осуществляться только с использованием счета 43 «Готовая продукция». Так, оприходование и движение готовой продукции оформляют бухгалтерской записью по дебету счета 43 «Готовая продукция» и кредиту счета 20 «Основное производство». В конце месяца вычисляют фактическую себестоимость приобретенной готовой продукции от ее стоимости по учетным ценам. Полученное отклонение списывают с кредита счета 20 «Основное производство» в дебет счета 43 «Готовая продукция», применяя способом дополнительной бухгалтерской проводки [2].

Реализованную готовую продукцию списывают по учетным ценам с кредита счета 43 «Готовая продукция» в дебет 90 «Продажи». В конце месяца вычисляют отклонение фактической себестоимости отгруженной продукции от ее стоимости по учетным ценам.

Отклонение списывают с кредита счета 43 дополнительной проводкой. Ту продукцию, которая была передана другим организациям для последующей продажи, списывают с кредита 43 в дебет счета 90.

По мере признания в бухгалтерском учете выручки, организация отражает сумму полученной выручки по кредиту счета 90.1 «Выручка» и дебету счета 62 «Расчеты с покупателями и заказчиками». В то же время в дебет счета 90.2 «Себестоимость продаж» списывается себестоимость реализованной продукции с кредита счета 43 [3].

Так, на счете 90 в течение отчетного периода отражается и выручка (по кредиту субсчета «Выручка»), и себестоимость продаж (по дебету субсчета «Себестоимость продаж»).

Каждый месяц совокупные дебетовые обороты субсчета 90.2. сравниваются с кредитовым оборотом субсчета 90.1. Так определяется финансовый результат от продажи готовой продукции за отчетный период и отражается конечным оборотом по субсчету 90.9 «Прибыль/убыток от продаж» в корреспонденции со счетом 99 «Прибыли и убытки».

При учете готовой продукции по плановой себестоимости организации используют счет 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)». При данном варианте учета величина нормативной себестоимости отражается следующей бухгалтерской записью: дебет 43 «Готовая продукция», кредит 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)». Фактическая себестоимость выпущенной продукции формируется по дебету счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)». Затем оформляется проводка: дебет 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)», кредит 20 «Основное производство». По завершению отчетного периода производится сверка фактической и нормативной себестоимости. Выявленные отклонения отражаются так: если обороты по дебету счета 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» превышают обороты по кредиту, то нужно сформировать дополнительную проводку по списанию превышения фактической себестоимости над нормативной: дебет 90.2 «Себестоимость продаж», кредит 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)».

В том случае, если кредитовое сальдо выше дебетового, то формируется сторнировочная запись: дебет 90.2 «Себестоимость продаж», кредит 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)». Счет 40 «Выпуск продукции (работ, услуг)» закрывается ежемесячно и не имеет сальдо на отчетную дату [4].

Таким образом, достоверный и своевременный учет наличия и реализации готовой продукции является необходимым и важным требованием к деятельности любого предприятия, так как от него зависит конечный финансовый результат организации. В данной статье мы рассмотрели учет готовой продукции по фактической и нормативной себестоимости и пришли к выводу о том, что отражать готовую продукцию по

фактической себестоимости проще. Однако, при использовании этого метода невозможно определить себестоимость продукции при ее выпуске и передаче на склад, что создает некоторые неудобства. При применении метода плановой (нормативной) себестоимости использование счета 40 ведет за собой дополнительные расчеты фактической себестоимости, а также дополнительных записей в журнале хозяйственных операций.

Список литературы

1. Приказ Минфина РФ от 9.06.2001 г. №44н (в ред. От 16.05.2016) «Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Учет материально-производственных запасов» ПБУ 5/01».

2. Белоущенко Я. А., Лебедева А. В. Бухгалтерский учет и оценка готовой продукции предприятий сельскохозяйственной отрасли // Молодой ученый. 2016. №7.

3. Ивлева М. М. Оценка готовой продукции: бухгалтерский и налоговый учет // «Электронный журнал «Финансовые и бухгалтерские консультации». 2016. № 1.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ УСТАВНОГО КАПИТАЛА

Бесхмельницына С.Н., к.э.н., доцент

Чиркова Л.Н., студент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация: в статье представлена краткая характеристика уставного капитала. Оцениваются действующие положения по учету уставного капитала. Предложены методы по совершенствованию учета уставного капитала.

Ключевые слова: уставный капитал, оценка, учет уставного капитала, совершенствование, функции, движение, синтетический учет.

IMPROVING THE PROCESS OF FORMATION OF CAPITAL

S.Beskhmel'nitsyna, Candidate of Economics Associate Professor

L. Chirkova, student

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Annotation: The article presents a brief description of the authorized capital. Valid provisions for accounting for share capital are assessed. The proposed methods to improve the accounting of the share capital.

Keywords: authorized capital, valuation, accounting of authorized capital, improvement, functions, movement, synthetic accounting.

Любая организация вне зависимости от ее организационно-правовой формы собственности должна иметь экономические ресурсы, т.е. располагать капиталом, для осуществления своей финансово-хозяйственной деятельности.

Первоначальным и основным источником формирования имущества организации является её уставный капитал [1].

Уставный капитал служит одним из важных показателей деятельности предприятия, так как он раскрывает информацию о наличии у предприятия гарантий существования. Это очень важная и необходимая информация для кредиторов, обеспечивающих инвестициями, а также для партнеров, сотрудников и прочих участников деятельности общества.

Движение уставного капитала характеризуется своей низкой мобильностью и редким изменением, поэтому и учет уставного капитала не является объемным, но, несмотря на все это, данный учет очень важен, так как с учета уставного капитала и расчетов с учредителями начинается работа любого предприятия [2].

Уставный капитал — это первоначальный капитал, который вносится при создании организации его учредителями (участниками) для обеспечения первоначальной производственной деятельности организации с целью получения в дальнейшем прибыли от этой деятельности [2].

Уставный капитал учитывается на счете 80, который предназначен для сбора информации о состоянии и движении уставного капитала (складочного капитала, уставного фонда) организации [3].

На сегодняшний день выделяют три основных функции уставного капитала. Данные функции представлены на рисунке 1.



Рисунок 1- Функции уставного капитала

Стартовая функция – предназначена для обеспечения наличия стартового капитала, который составляет материальную базу для коммерческой деятельности общества в будущем. [3].

Гарантийная функция – уставный капитал устанавливает минимальный размер имущества, который дает гарантии для удовлетворения интересов кредиторов, если это будет необходимо.

Структурная функция- это определение доли каждого акционера в капитале, а значит в доходе и управлении обществом [2].

Таким образом, сущность уставного капитала, на наш взгляд, заключается в предоставлении вновь созданного юридического лица основными и оборотными средствами, которые необходимы ему для развёртывания предпринимательской

деятельности по производству продукции, выполнению работ, оказанию услуг или продаже товаров.

Порядок формирования уставного капитала регулируется законодательством и учредительными документами. После государственной регистрации организации ее уставный капитал в сумме вкладов учредителей (участников), предусмотренных учредительными документами (в сумме произведенной подписки на акции), отражается по кредиту счета 80 "Уставный капитал" в корреспонденции со счетом 75 "Расчеты с учредителями".

Вкладом в уставный капитал могут быть денежные средства, имущество, ценные бумаги, различные вещи. Материальные ценности, которые вносятся в счет вкладов в уставный капитал, оцениваются по согласованной между учредителями стоимости, ориентированной на реальные рыночные цены. При внесении имущественных вкладов в уставный капитал акционерного общества необходима оценка оценщика-эксперта [1].

Для учета уставного капитала используется счет 80 «Уставный капитал». На этом счете обобщается информация о состоянии и движении уставного капитала (складочного капитала, уставного фонда) организации [1].

Кредитовый остаток по счету 80 должен соответствовать размеру уставного капитала, который зафиксирован в учредительных документах организации [2].

При регистрации уставного капитала организации делается бухгалтерская запись: Дебет счета 75 «Расчет с учредителями» — Кредит счета 80 [3].

Внесение вкладов в счет оплаты уставного капитала отражается на счетах учета имущества, которое передается в счет вклада. Вкладом в уставный капитал могут быть денежные средства, внеоборотные активы, запасы, ценные бумаги и другие активы, что представлено в таблице 1.

Таблица 1- Оплата уставного капитала

№ п/п	Содержание хозяйственных операций	Дебет	Кредит
1	2	3	4
1.	Взнос безналичных денежных средств на расчетный счет.	51	75
2.	Взнос наличными в уставный капитал.	50	75
3.	Взнос в уставный капитал в виде материалов	10	75
4.	Взнос в виде товаров	41	75

Синтетический учет уставного капитала ведется на счете 80 "Уставный капитал", аналитический учет можно организовать по учредителям, категориям акций и по стадиям формирования уставного капитала.

Важность учета уставного капитала организации заключается в основополагающей роли капитала предприятия во всех аспектах финансово-экономической и хозяйственной жизни компаний всех форм собственности, т.к. стабильность ресурсов является одним из основных критериев конкурентоспособности организации.

Таким образом, на основании вышеизложенного, можно предложить возможные пути совершенствования процесса формирования уставного капитала организации и последующей защиты прав кредиторов:

1) внесение в законодательство изменений, где станет, предписано, что денежные средства, вносимые в оплату уставного капитала, имеют право быть потрачены только на товары, включаемые в главные производственные фонды организации и имущественной оплатой могут быть только товары, включаемые в основные производственные фонды организации;

2) законодательно зафиксировать за организациями обязанность вклада уставного капитала или той его части, которая вносится в денежном выражении, на депозитный счет под конкретный процент, в уполномоченном государством кредитном учреждении. Таким образом, денежные средства постоянно будут находиться на этом счете в течение всего периода существования юридического лица. Введение данной нормы в содержание закона будет определенной гарантией безусловной компенсации потерь кредитора.

Таким образом, бухгалтерский учет уставного капитала является одной из наиболее важных задач бухгалтерского учета, поскольку уставный капитал является центром как правовых, так и экономических отношений организации со своими собственниками.

Список литературы

1. Клевцова В.Н. Учет капитала // Финансовая газета региональный выпуск. 2016. №45. С.11.
2. Соколова Я.В. Основы теории бухгалтерского учета // Финансы и статистика. 2015. №12. С.258.
- 3.http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_66752/d817a83de9c102281fb97e844606827ec277050a/

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Виноградская О.В., доцент, к.э.н.

e-mail: oxvinog@rambler.ru

*Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО
«Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС» Россия, г.Старый Оскол*

Аннотация. В статье рассмотрены инновации, связанные с организационными изменениями, причины сопротивления изменениям, методы и модели преодоления сопротивления изменениям в организации.

Ключевые слова: организационные изменения; сопротивление изменениям; реструктуризация компании; модель ADKAR; реинжиниринг; перепроектирование бизнес-процессов; бенчмаркинг.

ORGANIZATIONAL CHANGE AS A FACTOR OF INCREASING THE COMPETITIVENESS OF THE ORGANIZATION

Vinogradskaya O. V., associate Professor, Ph. D.

e-mail: oxvinog@rambler.ru

Starooskolsky Institute of technology. A. A. Ugarov (branch) "MISIS" Russia, Stary Oskol

Annotation. The article deals with innovations related to organizational changes, the causes of resistance to changes, methods and models of overcoming resistance to changes in the organization.

Keywords: organizational changes, resistance to changes, company restructuring, ADKAR model, reengineering, business process redesign, benchmarking.

Для эффективного функционирования организации необходимы перемены. Современная организация функционирует в неопределенных условиях: неожиданные явления появляются весьма быстро, и организации должны оперативно и вовремя на них реагировать. Компания, потерявшая способность меняться в соответствии с окружающим миром, может погибнуть.

Организационные изменения направлены на повышение эффективности и конкурентоспособности и, как правило, связаны с преобразованием стратегии бизнеса. Инновации, связанные с организационными изменениями, довольно разнообразны. Это: изменение организационной структуры компании; внедрение программ корпоративного

обучения и развития; реализация программ подготовки кадрового резерва; изменение системы стимулирования, внедрение мотивационных программ; внедрение программ по изменению организационной культуры компании; реинжиниринг бизнес-процессов; разработка и внедрение сбалансированной карты (системы) показателей (BSC), ключевых показателей эффективности (KPI); внедрение IT-решений.

Реструктуризация компании является одной из форм организационных изменений. В зависимости от объекта и характера осуществляемых действий по реформированию предприятия можно выделить следующие формы реструктуризации: реструктуризация производства; реструктуризация активов предприятия; финансовая реструктуризация; реорганизация, т.е. изменение организационной структуры предприятия.

Каждая из перечисленных форм реструктуризации предполагает проведение целого комплекса мероприятий, направленных на усовершенствование и оптимизацию соответствующей сферы предприятия.

Организация представляет собой сложную систему, в которой сочетаются интересы личности и групповые интересы, инновации и установленные технологии, ограничения и стимулы, формальные стандарты и неформальные инициативы, свобода творчества и жесткая дисциплина.

Для анализа развития организаций и происходящих в ней изменений используется концепция жизненного цикла, которая обычно представлена в виде последовательно сменяющих друг друга этапов, включая зарождение и накопление потенциала; развитие; стабильность и опасность циклического кризиса; кризис и послекризисное состояние.

Информация о том, на каком этапе находится организация, позволяет предусмотреть негативные явления, ожидающие компанию на следующей стадии, и вовремя принять необходимые управленческие решения.

Изменения в организации можно охарактеризовать как целенаправленные воздействия руководства на внутренние переменные в организации, определяющие ее цели, структуру, технологию и человеческие ресурсы.

Таким образом, изменение — это переход на качественно новый уровень развития организации, позволяющий расширить представление о конкурентных преимуществах и переосмыслить потенциал как отдельных сотрудников, так и подразделений организации, достигнуть нового положения на рынке продуктов/услуг, существенно обогатив корпоративную культуру и философию [2]. Результатом правильно осуществленных изменений является увеличение прибыли компании.

Однако, в результате изменений в организации сотрудникам приходится отказываться от прежних привычек и учиться действовать по-новому. Они осознают, что

их статус и власть в организации после изменений будет оцениваться по-другому. По этой причине нередко возникает сопротивление изменениям.

Степень сопротивления переменам может иметь разную силу и интенсивность. Дж. Коттер и Л. Шлезингер предлагают следующие методы преодоления сопротивления изменениям: информирование и общение; участие и вовлеченность; помощь и поддержка; переговоры и соглашения; манипуляции и кооптации; явное и неявное принуждение.

Успешная реализация стратегии в организации всегда характеризуется умелым применением целого ряда перечисленных подходов, часто в самых различных сочетаниях.

При использовании модели «переходного периода» переход к переменам осуществляется методом «прорыва». В рамках модели «прорыва» перемены рассматриваются как процесс передвижения организации от настоящего положения к желаемому будущему положению, которое определяется руководством организации (рис.1).

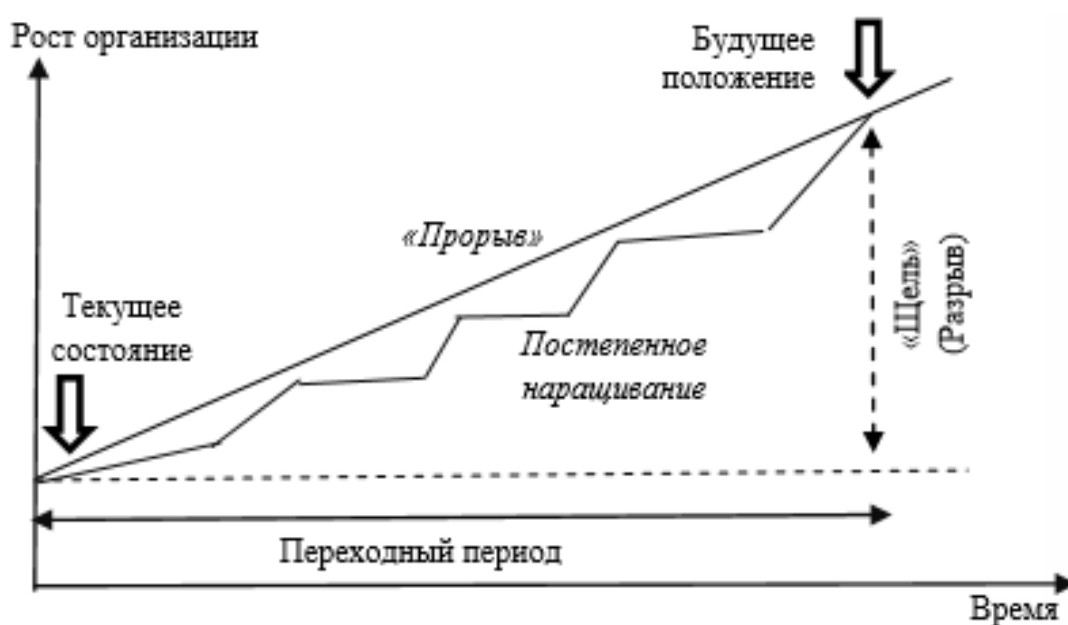


Рис. 1. Модель переходного периода и модель постепенного наращивания

Модель переходного периода будет эффективна в таких организациях, где руководство имеет видение будущего положения организации и готово к активным действиям относительно внешнего мира.

Использование модели «постепенного наращивания» возможно в том случае, если управляющий не имеет четкого и ясного представления о желаемой в будущем модели. Руководством совершается очередное резкое, но незначительное изменение — шаг. На протяжении некоторого времени происходит наблюдение и анализ за ситуацией после сделанного шага, поэтому наклон кривой никак не изменяется. В случае положительного

эффекта после проведения изменения (шага) осуществляется следующее изменение (шаг). И так продолжается, пока не будет достигнута конечная намеченная цель (будущее положение).

Одним из действенных инструментов планирования и оценки изменений в организации является модель ADKAR, разработанная Джеффом Хиаттом (2001 г.). Данная модель акцентирует внимание на том, что успешные организационные изменения произойдут лишь в том случае, если к ним будет готов каждый человек.



Рис. 2. Модель планирования и оценки изменений ADKAR

Согласно данной модели, можно выделить пять основных этапов, через которые необходимо провести сотрудников компании, при внедрении изменений:

- I этап. Осознание необходимости изменений.
- II этап. Желание участвовать и поддерживать изменения.
- III этап. Знания о том, как нужно изменяться и какого результата нужно достичь.
- IV этап. Способность использовать полученные навыки.
- V этап. Обеспечение поддержки изменений.

Модель ADKAR не может полностью ликвидировать недовольство персонала. Однако, может сделать процесс внедрения более плавным, привлечь больше лиц, заинтересованных в планируемых изменениях.

Также необходимо упомянуть об инструментах проведения организационных изменений на основе процессного подхода к управлению. При процессном подходе каждая структурная единица обеспечивает выполнение конкретных бизнес-процессов, в которых она участвует. Обязанности, область ответственности, критерии успешной деятельности для каждой структурной единицы сформулированы и имеют смысл лишь в рамках конкретного бизнес-процесса. К инструментам проведения организационных

изменений на основе процессного подхода к управлению относятся: методы постепенного совершенствования бизнес-процессов, метод быстрого анализа решения (FAST), метод структурирования функции качества.

К группе методов, предусматривающих кардинальный подход при существенных изменениях процессов, относятся реинжиниринг, перепроектирование бизнес-процессов и бенчмаркинг.

Реинжиниринг — радикальное перепроектирование и фундаментальное переосмысление бизнес-процессов для достижения максимального эффекта финансово-экономической и производственно-хозяйственной деятельности, оформленное соответствующими организационно-распорядительными и нормативными документами.

Использование этого подхода позволяет посмотреть на цели бизнес-процессов по-новому, полностью игнорируя существующий бизнес-процесс и организационную структуру предприятия. Проведение реинжиниринга предполагает значительные финансовые, материальные и временные затраты.

Метод совершенствования, который заключается в перепроектировании бизнес-процессов, основан на детальном анализе существующих бизнес-процессов и предполагает в конечном итоге соответствие существующего процесса стратегическим целям предприятия. Метод перепроектирования не требует больших затрат, поскольку применяется к бизнес-процессам, которые успешно реализуются на предприятии, но существует необходимость улучшения их некоторых показателей.

Бенчмаркинг — это процесс определения, понимания и адаптации имеющихся примеров эффективного функционирования компании с целью улучшения собственной работы.

Бенчмаркинг требует меньших затрат и менее рискованный, чем реинжиниринг и перепроектирование, но возможности этого метода ограничены из-за отсутствия свободного доступа предприятия к информации о деятельности сторонних предприятий.

Таким образом, изменения возникают как в ответ на динамичность внешней среды, так и в результате внутренних кризисов. Изменения в организации — естественный и необратимый процесс. Управлять изменениями возможно как на стратегическом, так и на тактическом уровне.

Применение подходов и моделей к управлению изменениями приводит к повышению эффективности и ускорению темпов внедрения новых технологий в организации. Следует иметь в виду, что выбор того или иного подхода должен базироваться на учете реальных условий.

Список литературы

1. Управление изменениями: Учебное пособие / Сост. Т.А.Галынчик. — Нижневартовск: Изд-во НВГУ, 2016. — 120 с.
2. Блинов А.О., Переверзев И.П., Угрюмова Н.В. Механизм интеграции методов совершенствования бизнес-процессов организаций: монография / А.О. Блинов, И.П. Переверзев, Н.В. Угрюмова. — Челябинск: Изд-во Южно-Уральского гос. ун-та, 2013. — 216 с.
3. Ташлыкова Е. В., Черемных Д. Н. Подходы и модели к управлению изменениями на высокотехнологичных предприятиях // Молодой ученый. — 2014. — №1. — С. 432-435.

СВОБОДНОЕ ВРЕМЯ КАК ПРОСТРАНСТВО ВСЕСТОРОННЕГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

В.В. Демина, д.э.н., доцент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
МАОУ «Средняя политехническая школа №33»
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация. В статье анализируется значение свободного времени, которое является объективно необходимым условием жизнедеятельности людей. Такую необходимость автор обуславливает жизненной значимостью для человека отдыха, разгрузки, развлечений, развития личности, которые выступают основными содержательными сторонами свободного времени и всестороннего развития человеческих ресурсов.

Ключевые слова: свободное время, человеческие ресурсы, капитал, всестороннее развитие.

TIME IS LIKE SPACE FULL DEVELOPMENT OF THE HUMAN RESOURCES

V. Demina

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The article analyzes the value of free time, which is an objectively necessary condition for the life of people. The author determines such necessity by vital importance for the person of rest, unloading, entertainments, development of the personality which act as the main substantial parties of free time and all-round development of human resources.

Keywords: free time, human resources, capital, all-round development

Свободное время является одним из условий физических и духовных способностей и задатков личности, её всестороннего творческого развития. Но однозначного определения предназначения этого пространства не дает никто. Экономисты индустриального периода Б.А.Грушин, Э.А.Елизарьев, Г.А.Пруденский, Г.Е.Зборовский, Г.П.Орлов, С.Г.Струмилин, характеризуя свободное время очищают его от непреложных обязанностей, заключённых во внерабочем времени, что важно подчеркнуть. Чаще всего, под ведущим институтом, где используется возрастающее свободное время общества, подразумевалось домохозяйство. Свободное время используется по собственному усмотрению, даже если речь идет об обязательном домашнем труде.

Все затраты вне рабочего времени, предложенные для рассмотрения советскими исследователями, являющиеся частью свободного времени, разделялись на две основные группы: затраты, совершающиеся в целях обеспечения простого воспроизводства рабочей силы и затраты, совершающиеся в целях достижения расширенного воспроизводства рабочей силы. В совокупности они имели в основном одно направление – обеспечить всестороннее духовное и физическое развитие личности человека, его гармоничный рост, создать простор для расширенного воспроизводства рабочей силы. Тогда вопрос о форме способности к труду члена социалистического общества не стоял. Капитал это для владельца средств производства (переменная его часть) или капитал для самого работника – этой проблемой никто не интересовался. Но затраты времени, причем свободного, сродни затратам капитала. Итак, основные статьи затрат свободного времени:

- 1) на учебу, повышение квалификации и самообразование;
- 2) на общественную работу;
- 3) удовлетворение духовно-культурных запросов
- 4) на воспитание детей;
- 5) на досуг (развлечения, отдых);
- б) на физическое развитие [1].

Таким образом, к числу значимых характеристик свободного времени относят всеобщее назначение свободного времени – удовлетворение потребностей. На основании этого выделяются две функции свободного времени: во-первых, отдых и развлечения, во-вторых, развитие человеческой личности [2].

В определении свободного времени, которое первым дал Г.А. Пруденский, определена основная значимость свободного времени. «Свободное время, – писал он, – это та часть вне рабочего времени, ...которое люди используют за пределами рабочего дня для своего всестороннего развития» [3]. Вместе с другими представителями экономической мысли данного периода исследующих свободное время им фактически утверждается, что именно свободное время служит основой созидания «человеческого потенциала». Следуя марксистскому учению мы скажем, что свободное время является, на сегодняшний день, котлованом для образования на основе которого выстраивается (формируется) человеческий капитал.

Определяя предназначение свободного времени, ученые раскрывают такие его функции, как духовно-культурная, морально-общественная, физиологическая, психологическая, стимулирующая и предлагают использовать его как экономический рычаг управления производительностью труда. Свободное время является объективно необходимым условием жизнедеятельности людей. Такая необходимость обусловлена

жизненной значимостью для человека отдыха, разгрузки, развлечений, развития личности, которые как раз и выступают основными содержательными сторонами свободного времени. Но к сожалению, этой самой необходимой и желанной для человека частью времени, человек порой не может распоряжаться по собственному усмотрению, а также заполнять свободные часы тем содержанием, которое его наиболее привлекает [4].

Однако, есть одна статья затрат, которая вызывает ряд возражений. Так С.Г.Струмилин в состав свободного времени включает не только занятия любимым делом, но и бездеятельный отдых [5]. В классификации П.П.Маслова в свободное время также включается так называемая «бездеятельность», что, безусловно, принижает его содержание, а деление последнего на «полезный досуг» и «активный отдых» как бы подчёркивает, что активный отдых не является полезным досугом и, наоборот, досуг не является активным отдыхом [6].

Исходя из всего изложенного выше, мы можем подытожить: свободное время представляется в индустриальном обществе (мы рассматривали его на примере советского планового хозяйства) как время, которое можно использовать для отдыха и свободного всестороннего развития человека в результате его высвобождения от необходимости быть занятым в материальном производстве и непреложных физиологических и других затрат, характерными чертами которого является меньшая регламентация деятельности, большая степень сознательного участия самого человека в выборе этой деятельности. Свободное время рассматривалось как время, становящееся «общественным богатством».

Поиск новой парадигмы, начавшийся в 90-е гг. XX в., когда главными производительными ресурсами становятся знания и интеллект, привел к возникновению гипотезы, что основой конструирования хозяйственной жизни общества должно стать развитие представлений о феномене времени и его роли в экономических процессах. Пытаясь определить границы и величину свободного времени, представители экономической мысли периода перехода к рыночной экономике в отличие от экономистов советского периода придают ему новое качество, определяющее экономический рост. Это качество основано на выявлении нового статуса работника, который в постиндустриальном обществе становится главным элементом капитала.

Ценность экономического времени определяется эффективностью его затрат, констатирует С.Э. Желаева [7]. И с этим утверждением невозможно не согласиться при определении пространства формирования и совершенствования человеческого капитала. Таким образом, свободное время, выраженное в затратах на рекреацию и развитие, выполняет производительные функции, а следовательно, имеет стоимость.

Рассматривая в своих работах информационную эру с точки зрения человека, приспособляющегося к изменяющемуся миру, ученые, исследующие постиндустриальное общество, ставят себе цель дополнить картину деятельности людей после работы, а также возможности для развития личности и общества, доступные в свободное время. Авторы предлагают конкретные методики стимулирования свободным временем считая, что оно должно использоваться, как стимул для трудящихся при перевыполнении нормы работы и при сохранении заработной платы [8, 9, 10].

Происходящие изменения в обществе отразились и на сущности понятия свободное время. Исследуя изменения в представлении о свободном времени при переходе от индустриального к постиндустриальному хозяйству необходимо отметить, что свободное время никогда не заполнялось экономистами только пассивным содержанием, не принижалась роль рекреационных мероприятий.

Итак, свободное время – форма и мера общественного богатства, к которому человек стремится, чтобы удовлетворить свои главные потребности, проявляющиеся в самореализации. Это новая форма богатства, а категория «человеческий капитал» отождествляет ее со старой формой – капиталом. Но свободное время лишь в том случае является «богатством общества» и «пространством человеческого развития», если в его структуре значителен удельный вес общественно полезных временных затрат, то есть затрат времени, направленных на всестороннее развитие личности человека.

Список литературы

1. Демина В.В. Значение свободного времени для работников постиндустриальной экономики // В сборнике: Актуальные проблемы экономического развития сборник докладов Международной заочной научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2011. С. 210-214.
2. Зборовский Г.Е., Орлов Г.П. Досуг: действительность и иллюзии. //Проблемы свободного времени в марксистской и буржуазной идеологии. – Свердловск: Среднеуральское книжное изд., 1970, с. 80-93.
3. Пруденский Г.А. Свободное время трудящихся в социалистическом обществе//Коммунист. – 1960. – №15. – С. 41.
4. Толокина Е.Л., Демина В.В Свободное время как потребность трудящихся // В сборнике: Инновационные подходы к решению социально-экономических, правовых и педагогических проблем в условиях развития современного общества // Материалы II Международной научно-практической конференции. 2016. С. 89-93.

5. Струмилин С.Г. Проблемы свободного времени. – «Внерабочее время трудящихся».– Новосибир. 1961, с. 20.
6. Маслов П.П. Статистика в социологии. – М.: Статистика. – 1971, с.13.
7. Желаева С.Э., Дамбуева М.М. Междисциплинарные взаимодействия в исследовании категории "экономическое время" // Пути стабилизации социально-экономического положения республики Бурятия. Сборник статей ежегодной научно-практической конференции. Под редакцией Е.Д. Цыреновой. 2016. С. 56-65.
8. Толокина Е.Л., Демина В.В. Анализ факторов, влияющих на увеличение свободного времени // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2013. № 3. С. 59-67.
9. Самарина В.П. Использование информационно-коммуникационных систем с целью повышения эффективности деятельности предприятий // В сборнике: Инновационные подходы к решению социально-экономических, правовых и педагогических проблем в условиях развития современного общества // Материалы II Международной научно-практической конференции. 2016. С. 214-217.
10. Заякина И.А. Показатели эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия // ВЕСТНИК Белгородского университета потребительской кооперации. - Белгород: Белгородский университет потребительской кооперации, 2006. - №2. - С.167-173.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК РЕШАЮЩИЙ ФАКТОР В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

В.В. Демина, д.э.н., доцент

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
МАОУ «Средняя политехническая школа №33»
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация. Вопрос о роли человеческого капитала в обеспечении конкурентоспособности России в мировом масштабе является на сегодняшний день одним из самых актуальных. На фоне активизации экономического взаимодействия, сближения, интернационализации во всех сферах хозяйства различных регионов мира происходит формирование качественно новой ступени в развитии межхозяйственных отношений, характеризующейся с одной стороны научно-техническим прогрессом, а с другой обостряющимся соперничеством за мировые позиции на мировом рынке.

Ключевые слова: человеческий капитал, конкуренция, образование, наука, инновации.

HUMAN CAPITAL AS A DECISIVE FACTOR IN ENSURING NATIONAL COMPETITIVENESS

V. Demina

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The question of the role of human capital in ensuring the competitiveness of Russia on a global scale is one of the most urgent today. Against the background of intensification of economic cooperation, convergence, internationalization in all spheres of economy of different regions of the world, there is a formation of a qualitatively new stage in the development of inter-economic relations, characterized on the one hand by scientific and technological progress, and on the other by intensifying competition for world positions in the world market.

Keywords: human capital, competition, education, science, innovation.

Высокий экономический рост глобальных лидеров экономики базируется преимущественно на микротехнологиях, программном обеспечении, вычислительной технике и технологии переработки информации, производстве и задействовании средств автоматизации, космической и опто-волоконной связи. Семь ведущих постиндустриальных держав обладают около 90% компьютерной техники, контролируют

почти столько же зарегистрированных в мире патентов и обеспечивают более 90% высокотехнологичного производства [1, 2].

Тенденции современных мировых держав выражаются в стремлении развивать инновационную инфраструктуру, обеспечивающую преобразование знаний в рыночный продукт, для реализации национальных приоритетов технологического развития. Количественными характеристиками инновационного потенциала экономисты предлагают использовать показатели человеческого капитала, например, такие как уровень образования, численность работников, занимающихся научными исследованиями и разработками, число организаций, выполняющих исследования и разработки, а также количество инновационно-активных предприятий, объем валовых внутренних затрат на научные исследования, объем научно-технических работ и т.д. В качестве обобщающей оценки инновационного потенциала применяются показатели численности занятых в сфере НИОКР по секторам науки и по отраслям национальной экономики; затрат на НИОКР по секторам и отраслям науки и по отраслям национальной экономики.

Развитие информатизации, и в частности увеличение вложений в образование является условием инновационного типа экономического роста. По мнению отечественных ученых достичь современного качества жизни страна должна поддерживать главный в XXI в. ресурс развития – человеческий – путем опоры на образование, науку, высокие технологии, здравоохранение. Так, например, степень конкурентоспособности страны зависит именно от инвестиций в образование определяющих статус нации в мировом сообществе. Кроме того, признаком конкурентоспособной экономики является уровень интеграции образования, науки и производства. По данным Всемирного экономического форума (ВЭФ), Россия находится на 38-ом месте (2017-2018гг.) по уровню интеграции образования, науки и производства. ВЭФ поднял Россию на пять пунктов в рейтинге конкурентоспособности [3].

В «новом» экономическом обществе именно человеческий капитал играет ведущую роль. Этот факт еще раз подтверждает тенденцию ориентации ведущих стран на человеческий фактор как решающий в обеспечении своей национальной конкурентоспособности в условиях информационно-коммуникационной революции. Человеческий капитал в основном формируется в системе высшего образования. С 2010 г. статистические данные свидетельствуют о снижении количества ВУЗов и численности студентов (см. рис.1).

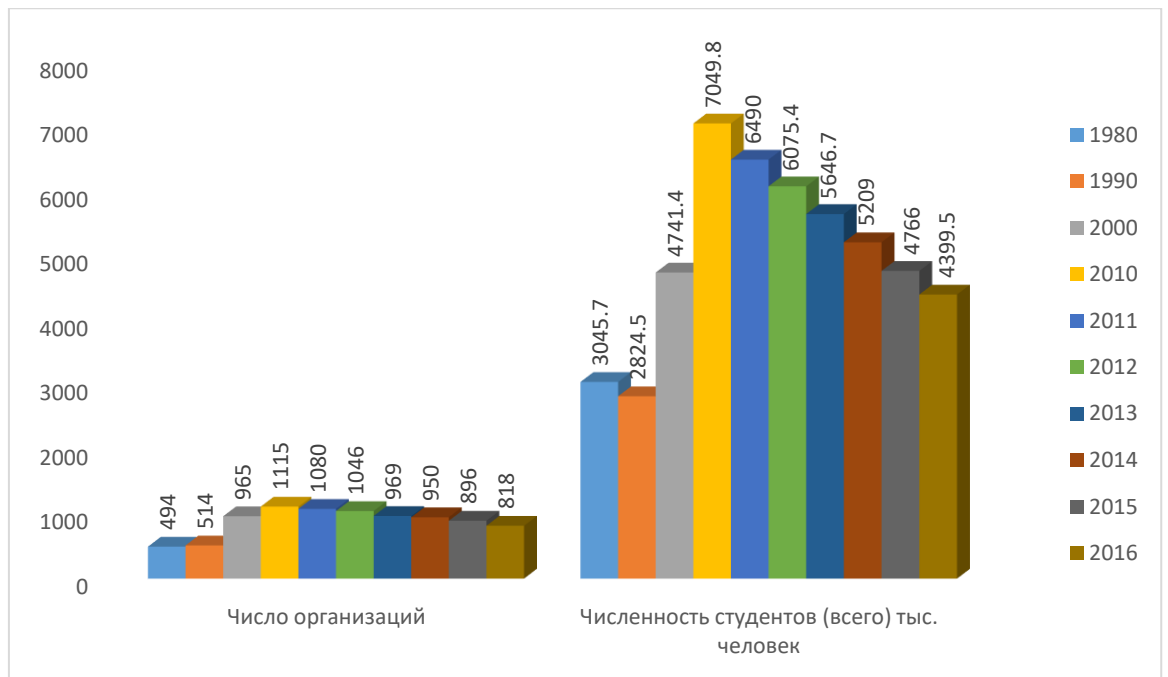


Рис. 1. Количество образовательных организаций высшего образования и научных организаций, осуществляющих образовательную деятельность по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и обучающихся студентов [4]

Профессорско-преподавательский состав достиг своего апогея в 2010-2011 учебном году, а к 2014-2015 учебному году его численность сократилась на 16% (см. рис. 2). Тенденция к сокращению наблюдается и среди ученых имеющих ученую степень (кандидаты наук и доктора наук) и ученое звание (доценты и профессора).



Рис. 2. Численность профессорско-преподавательского состава в образовательных организациях высшего образования и научных организациях, осуществляющих образовательную деятельность по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры (на начало учебного года) [4]

В научной литературе активно обсуждается вопрос, что определяет конкурентоспособное развитие экономики в современных условиях. Отмечают, что «фундаментом» инновационной экономики является высокотехнологичное производство (авиа-, машино-, приборостроение, химическая и микробиологическая промышленность и т.д.) [5, 6].

На наш взгляд, развитие высокотехнологичного производства должно обеспечиваться высококвалифицированными специалистами занимающихся научными исследованиями, но мы и здесь наблюдаем сокращение численности, в частности людей, занимающихся научными исследованиями (см. рис.3).

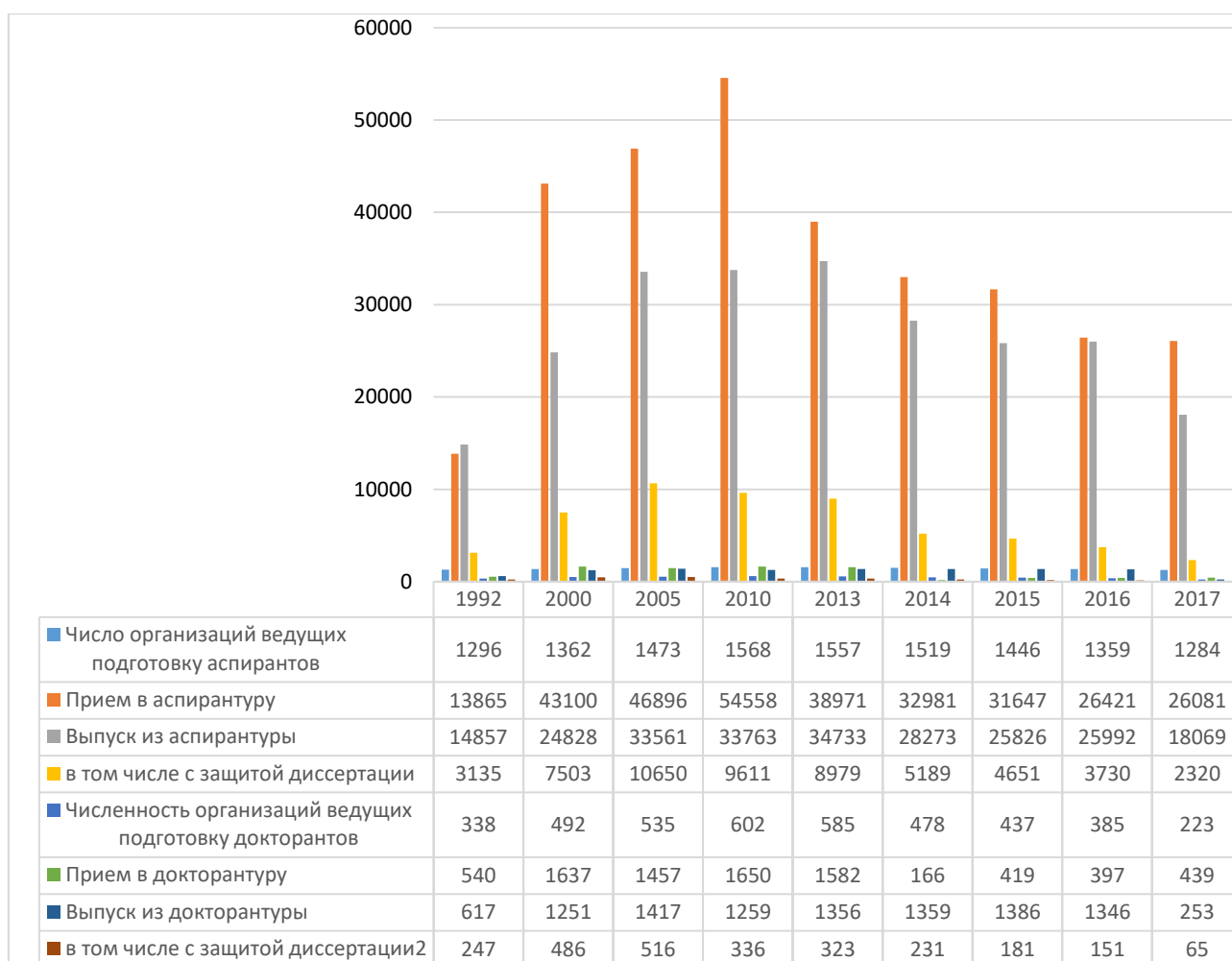


Рис. 3. Численность организаций ведущих подготовку аспирантов и докторантов [4]

К сожалению, на сегодняшний день научная деятельность связана с проблемами системы и размером финансирования. Отметим, что в процентах к валовому внутреннему продукту финансирование науки началось сокращаться с 2014 г. составив 0,55%, а в 2016 г. этот показатель составил 0,47% (см. рисунок 4).



Рис. 4. Финансирование науки из средств федерального бюджета [4]

Фундаментальные научные исследования, являются основой инновационного типа экономического роста, и имеют как некоммерческую (государственную) природу (например, бюджетные ассигнования федерального и регионального уровня) так и коммерческую природу (внутренние финансовые ресурсы различных типов организаций, частные накопления физических лиц, кредитные ресурсы различных инвестиционных банков, иностранные инвестиции, средства зарубежных научных и инновационных фондов). Мировой опыт показывает успешность сочетания прямого государственного финансирования фундаментальных исследований с косвенной экономической поддержкой частных инвестиций в научно-техническую сферу. В ведущих постиндустриальных государствах корпорациями выполняется основной объем научных исследований и разработок: 65% в странах ЕС, 71% – в Японии, 75% – в США; в России – 6% [7].

В России с началом рыночных реформ при законодательно установленной норме финансирования образования в 6% от общего объема ВВП она реально ни разу не достигала и 1%, снижаясь в самые кризисные времена до уровня, «достойного» самых отсталых и слаборазвитых государств – 0,23 [7, С. 5-13.]. Доля России в мировых затратах на науку в конце XX века снизилась до 1%, хотя в ее научных учреждениях было занято около 11% научных работников всего мира [8].

Отметим, что даже при значительном увеличении нынешних бюджетных отчислений на науку эффективная инновационная система, способная обеспечить приличные темпы роста экономики, не возникнет сама по себе (особенно если учесть, что в прикладных исследованиях заинтересован бизнес, а, следовательно, чем больше новации ориентированы на рынок, тем участие государства в их финансировании может быть скромнее). Таким образом, работать нужно в нескольких направлениях.

Инновационная деятельность может, как показал опыт развития новых индустриальных стран, строиться и без развитой национальной фундаментальной науки, однако такой путь развития рано или поздно поставит страну в зависимое положение. Необходимо поддержать научную деятельность как на уровне государства, так на уровне предприятий, финансируя не только стратегически важные направления, но и исследования, направленные на формирование и развитие всех сфер науки.

Список литературы

1. Лемещенко П.С. Преодоление теоретической неопределенности как условие развития в глобальной экономике. URL: elib.bsu.by/bitstream/123456789/9406...Lemeschenko...

2. Самарина В.П. Использование информационно-коммуникационных систем с целью повышения эффективности деятельности предприятий // В сборнике: Инновационные подходы к решению социально-экономических, правовых и педагогических проблем в условиях развития современного общества И Материалы II Международной научно-практической конференции. 2016. С. 214-217.

3. ВЭФ поднял Россию на пять пунктов в рейтинге конкурентоспособности. URL: <https://www.rbc.ru/economics/27/09/2017/59ca76149a79478465ff7926>

4. Российский статистический ежегодник. 2017. URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b17_13

5. Разумов А.А. Нестандартная занятость как форма использования рабочего времени (российский и зарубежный опыт) / А.А. Разумов, И.В. Цыганкова, Г.В. Антонова, О.Ю. Никишина. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. -171с.

6. Демина В.В., Рассолов В.М. Особая природа ресурсов информационного общества // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 93.

7. Загладин Н.В. Глобальное информационное общество и Россия // МЭМО. – 2005. - №7. – С. 25-31.

8. Боровая С.Л. Финансирование высшего образования в России: // Современная экономика: проблемы, закономерности, перспективы. Под общ. ред. Г. Ю. Гуляева. Пенза, 2018. С. 5-13.

9. Ляхова Н.И., Кобзева А.Г. Развитие инфраструктуры инновационной среды // В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 185-189.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В
КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ**

Демьяненко М. С., доцент, к.э.н.

Найденова Р. И., доцент, к.э.н.

Виноходова А. Ф., профессор, д.э.н.

Старооскольский технологический институт им А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", г. Старый Оскол

Аннотация. В статье рассматриваются направления совершенствования системы налогового планирования в коммерческих организациях. Авторы статьи считают целесообразным выделение отдельной структурной единицы – сектора налогового планирования. Разработана схема финансовой структуры предприятия с учетом предполагаемых изменений. В рамках сектора налогового планирования предусматривается формулировка целей и задач налогового планирования.

Ключевые слова: уровень налоговой нагрузки, финансовая структура, сектор налогового планирования, календарь налогоплательщика.

**IMPROVEMENT OF THE TAX PLANNING SYSTEM IN COMMERCIAL
ORGANIZATIONS**

Demyanenko M. S., associate Professor, Ph. D.

Naydenova R. I., associate Professor, Ph. D.

Vinokhodova A. F., Professor, Ph. D.

Stary Oskol technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of Federal STATE Autonomous educational institution "national research technological University "MISIS", Stary Oskol

Annotation. The article examines the directions of improving the tax planning system in commercial organizations. The authors of the article consider it expedient to single out a separate structural unit - the tax planning sector. A scheme of the financial structure of the enterprise has been developed taking into account the expected changes. Within the tax planning sector, the formulation of goals and objectives of tax planning is provided.

Keywords: level of tax burden, financial structure, tax planning sector, taxpayer's calendar

В современных условиях предприятия активнее используют методы финансового планирования в своей практической финансово-хозяйственной деятельности [3].

Возникла необходимость разработки новой системы, отвечающей целям и задачам рыночной экономики, помогающей осуществлять эффективную управленческую деятельность [4]. Значительный уровень налоговой нагрузки свидетельствует о необходимости совершенствования системы налогового планирования в коммерческой организации. Целесообразным, по нашему мнению, будет выделение отдельной структурной единицы организации – сектора налогового планирования. Финансовая структура с учетом изменений будет иметь вид, представленный на рисунке 1.

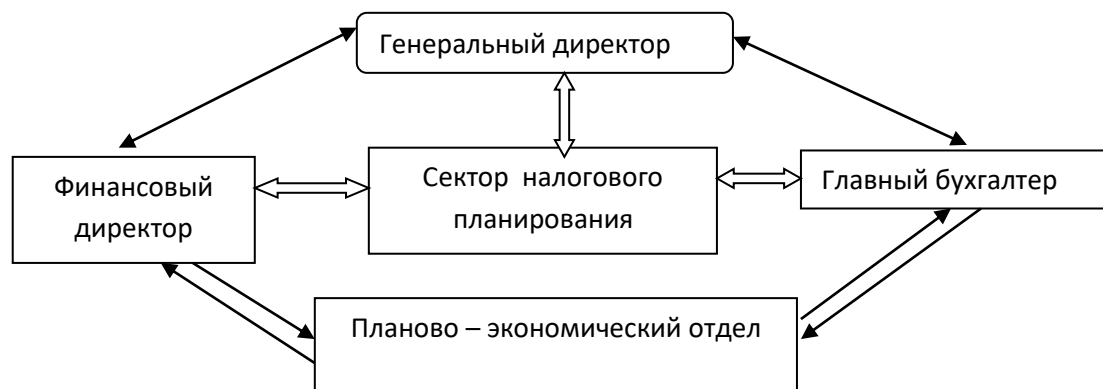


Рис.1. Планируемая финансовая структура ООО «ОЗЦМ»

В соответствии с изменениями в организационной структуре совершенствование налогового планирования в ООО «ОЗЦМ» будет производиться следующим образом. В начале каждого календарного года планово-экономический отдел с учетом данных, предоставленных бухгалтерией и другими производственными отделами, разрабатывает годовой бюджет предприятия.

При планировании расходной части бюджета одной из его статей являются налоговые отчисления, данные для которого формируются исходя из производственных и рыночных показателей и информации, предоставленной бухгалтерией. Сектор налогового планирования формирует календарь налогоплательщика, на основании которого составляется график уплаты налоговых платежей для ООО «ОЗЦМ».

Сектор также формирует цели и задачи процесса налогового планирования при условии повышения качества налогового планирования, маркетинговых исследований, усиления конкурентных преимуществ в результате использования элементов налоговой оптимизации. При завершении проекта бюджета планово-экономический отдел согласует его с заместителем генерального директора, который утверждает бюджет и передает в финансовый отдел

Бухгалтерия осуществляет расчеты текущих налогов, необходимых к уплате в бюджет и своевременно передает рассчитанные налоговые декларации заместителю

главного бухгалтера, который осуществляет функцию контроля планируемых данных в годовом бюджете и фактически исполненных, в том числе и в разделе налогового администрирования.

Ввод сектора налогового планирования в финансовую структуру организации, позволит с использованием элементов налогового планирования в ООО «ОЗЦМ» контролировать основные функциональных области, что представлено на рисунке 2.



Рис. 2. Контролируемые основные функциональные области в системе налогообложения

На эффективность контроля и оценку мероприятий по оптимизации налогового портфеля, результатов реализации запланированных мероприятий, оказывает влияние рационально организованный документооборот при организации налогового планирования.

В российской практике выделяют следующие методы составления финансовых планов:

- метод процента от реализации;
- бюджетное планирование;
- расчетно-аналитический метод [1].

Для согласования уровня ответственности между различными структурными звеньями предприятия при осуществлении налогового планирования предлагается линейная карта распределения обязанностей, с учетом использования матричного метода налогового планирования.

Пусть

ПР — принятие решения,

Пд— подготовка решения,

Уч — участие в подготовке решения,

Согл — согласование на стадии подготовки решения или его принятия;

Исп — исполнение решения;

Конт — контроль исполнения решения

Матрица предусматривает выявление степени участия каждого отдела предприятия в соответствующем решении и работе по его выполнению, отражая объем и характер полномочий, реализуемых каждым должностным лицом. В соответствии с матричным методом распределение функциональных обязанностей в процессе налогового планирования представлено в таблице 1.

Таблица 1 - Матрица принятия решений в процессе налогового планирования

Функции налогового планирования	Генеральный директор	Заместитель ген. директора по экономике и финансам	Планово-экономический отдел	Главный бухгалтер	Финансовый отдел	Отдел налогового планирования
1	2	3	4	5	6	7
Стратегические решения по снижению уровня налогообложения	Пд	Уч, Согл	Уч	Уч	Уч	Уч, Исп
Анализ факторов внешней налоговой среды и налоговой политики государства	Конт	ПР, Согл , Конт		Исп	Исп	Уч, П
Формирования раздела стратегии деятельности предприятия относительно налогового планирования	Пд, Согл , Конт	Уч, Исп				
Обзор и прогноз фактов делового оборота и нормативно-правовой базы и ее изменений в долго	ПР			Исп		Исп
Составление прогнозов налоговых обязательств организации		ПР, Конт	Уч	Согл, Исп	Сог л	Пд
Разработка схем финансовых и товарно-материальных потоков		ПР, Конт	Исп	Исп	Исп	Пд, Кон т
Формирование сетевого графика исполнения налоговых, финансовых и коммерческих обязательств организации		ПР	Исп		Исп	Пд, Кон т
Координация стратегических и операционных схем	Конт	ПР	Уч, Согл	Согл	Сог л	Пд, Исп
Разработка системы мероприятий по налоговой оптимизации	ПР	Конт	Согл	Согл	Сог л	Пд, Исп
Прогноз эффективности применяемых мер		ПР	Исп			Пд
Оценка риска различных действий		ПР	Исп	Исп	Исп	Исп
Включение налогов в бюджет		Конт	Исп		Исп	
Соответствие расчетов и документации				Исп		Кон т
Еженедельный мониторинг нормативно-правовой базы, определение налогооблагаемой базы и ставок налогообложения		Конт		Исп		Исп

Ведение календаря налогоплательщика				Исп		
Контроль за своевременностью и достоверностью расчетов, исполнения налоговых обязательств	ПР	Исп				Исп

Для успешной деятельности по планированию налогов необходимы финансовые, материально-технические и интеллектуальные ресурсы, формирующиеся при составлении ежегодного налогового плана. Налоговый план предприятия включает разделы, представленные на рисунке 3.

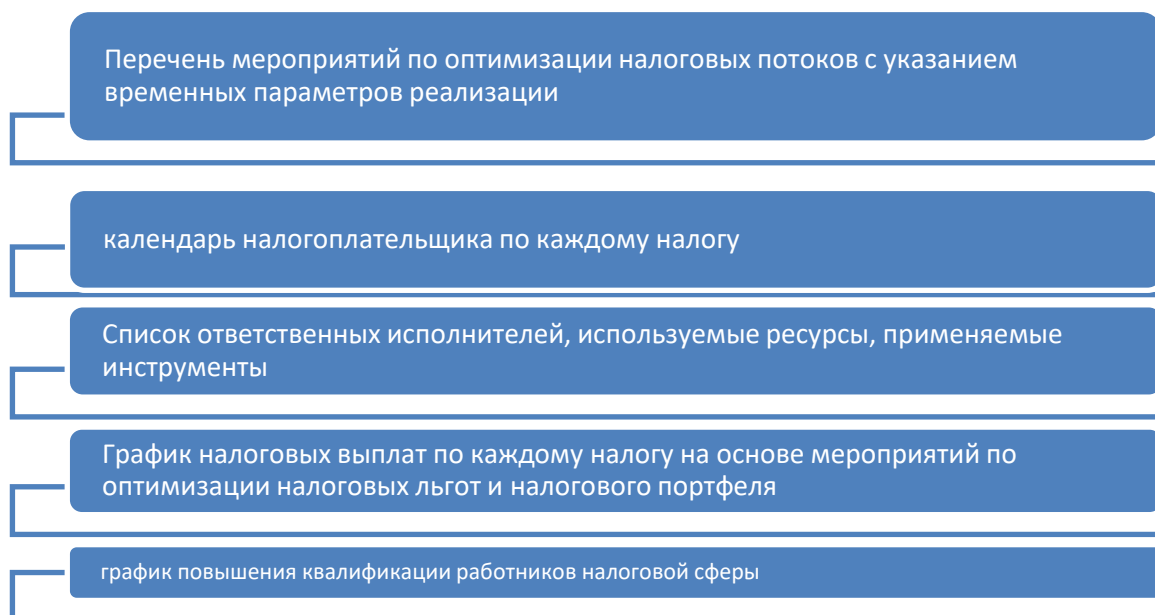


Рис. 3. Налоговый план предприятия

Разработка оптимальной налоговой политики в организации осуществляется не для упрощения бухгалтерского и налогового учета, а в целях оптимизации налогов и сборов, уплачиваемых предприятием при снижении налогового нагрузки [2]. Введение дополнительной структурной единицы «сектор налогового планирования» будет способствовать рациональной организации документооборота, усовершенствованию системы налогового планирования.

Список литературы

1. Демьяненко М.С., Ильичев С.Н. Методика финансового планирования на металлургических предприятиях // Современные проблемы горно – металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно – практической конференции, с международным участием. 2014. с. 338-342
2. Кушубакова Б.К., Макеева Е.Ю. Учетная политика как инструмент оптимизации налоговых платежей предприятий. // Налоговый вестник. 2014. №10. С. 158.

3.Найденова Р.И., Виноходова А.Ф. Внедрение системы сбалансированных показателей в методику формирования финансового плана // Современные проблемы горно – металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно – практической конференции, с международным участием.2014. с.343-347.

4.Найденова Р.И. Финансовый менеджмент: учебное пособие/ Р.И.Найденова, А.Ф.Виноходова, А.И.Найденов. - М.:КНОРУС, 2009. – 208 с.

ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ МОЛОДЫХ ИННОВАТОРОВ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ НА РЕГИОНАЛЬНОМ И МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЯХ

В.Е. Дмитрик, Е.Г. Дмитрик

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42*

Аннотация. В работе рассмотрено стимулирование инновационной активности и поддержка молодых инноваторов и предпринимателей на региональном и муниципальном уровнях. Проанализированы основные ставки по кредитам для предпринимателей в основных Банках РФ и микрофинансовых компаниях региона.

Ключевые слова: финансирование, регулирование финансовых рисков, предпринимательство, инноваторство.

POSSIBLE WAYS OF FUNDING YOUNG INNOVATORS AND ENTREPRENEURS AT THE REGIONAL AND MUNICIPAL LEVELS

V. Dmitrik, E. Dmitrik

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The paper considers the incentives for innovative activities and support for young innovators and entrepreneurs at the regional and municipal levels. Analyzed the main lending rates for entrepreneurs in the major Banks of the Russian Federation and microfinance companies of the region.

Key words: financing, regulation of financial risk, entrepreneurship, innovation.

Важным элементом развития любого современно государства является поддержка и развитие предпринимательства, повышение инновационного потенциала.

В этой связи особенно актуально встает вопрос стимулирования инновационной активности и поддержку молодых инноваторов и предпринимателей на региональном и муниципальном уровнях [1].

Нами было рассмотрено несколько способов решения данной задачи в рамках региона, была проанализирована информация о распределение предприятий и организаций на территории Белгородской области (таблица 1).

Предложен вариант реализации бизнес - проектов молодых предпринимателей и инноваторов с привлечением грантового финансирования, а также, в рамках поддержки предпринимательства в регионах, представлены возможные способы регулирования бюджетных рисков финансирования проектов с реализацией в долгосрочной перспективе. Данные предложения направлены на улучшение инвестиционного климата и дополнительных способов финансирования развития экономики регионов.

В таблице 1 представлено количество предприятий и организаций на территории Белгородской области.

Таблица 1

Число предприятий и организаций на территории Белгородской области							
	2006	2011	2013	2014	2015	2016	2017
Всего	25856	32733	33461	34799	36119	37326	37351

Так на территории только одной Белгородской области с 2006 по 2017 год было создано всего 11495 предприятий и организаций при численности населения в 1 552 865 человек, что составляет 1.35% от общего числа населения. Основной рост - на 6877 предприятий и организаций наблюдается с 2006 по 2011 год, а с 2013 по 2017 рост снизился и составил всего 3890 предприятий и организаций.

Одной из основных проблем, сдерживающих развитие инноваторства и предпринимательства в том числе и молодежного, является недостаточность собственных финансовых ресурсов субъектов предпринимательской деятельности в период экономической нестабильности и санкций со стороны иностранных государств с 2013-2017 года соответственно.

Возможность привлечения банковских ссуд для инноваторства и предпринимательства в том числе и молодежного, ограничена невысокой доходностью большей части мелкого бизнеса, ниже ставок по кредитам (Таблица 2), сложностью их получения, поручительство и залог, рисками предпринимательской деятельности, что в итоге приводит к возникновению просроченной задолженности, снижению эффективности деятельности хозяйствующих субъектов [2].

Таблица 2 Основные ставки по кредитам для предпринимателей в основных Банках РФ и микрофинансовых компаниях региона.

Основные ставки по кредитам для предпринимателей в основных Банках РФ и микрофинансовых компаниях региона (Белгородской области) в 2018 году.					
Банк	Ставка	Пример	Сумма кредита	Общее сумма с процентами за 3 года.	Средний платеж в месяц по кредиту.
ПАО «СБЕРБАНК»	От 17 % годовых		3 млн. руб.	3 850 494,57 руб.	106 958,18 руб.
ПАО «ВТБ»	От 11.5% (Размер процентной ставки определяется Банком индивидуально для каждого Заемщика)		3 млн. руб.	3 561 408,69 руб.	98 928 руб.
Микрофинансовая компания БОФПМСП	5%		3 млн. руб.	3 236 856,89 руб.	89 913 руб.

Так, возникновение проблемной задолженности, обусловлено рисками, которые связаны как с самим заемщиком, так и с внутренними рисками финансовых институтов и рисками внешней среды. Однако, как результат возможного неблагоприятного исхода их влияние распространяется на всех участников кредитного процесса.

Так на старте бизнеса инноваторов и предпринимателей в том числе и молодых, средняя сумма платежа в 100 тыс.руб. является колоссальной [3]. Именно по этой причине большому количеству потенциальных предпринимателей и инноваторов приходится отказываться от поиска дополнительного финансирования в коммерческих банках и микрофинансовых организациях региона [4].

С целью минимизации финансовых рисков предпринимателей и инноваторов нами предлагается к рассмотрению схема получения безвозмездного финансирования проектов из государственного бюджета предоставляемого различными фондами поддержки предпринимательства и инноваторства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамидуллаева Л.А. К вопросу о повышении эффективности использования инновационного потенциала малого предпринимательства в России// Современные проблемы науки и образования, №6 – 2013.
2. Малкис Э.А. Инновационный потенциал развития предпринимательства// «Вестник ТИСБИ», № 11-2016
3. Дудин М.Н., Необходимость повышения инновационного потенциала России в сфере малого и среднего предпринимательства на современном этапе// Российское предпринимательство, 24(306) - 2008
4. Бузурная И.В., Развитие инновационного предпринимательского потенциала промышленных предприятий в современных условиях// Вестник университета российской академии образования, 5(15) - 2015 октябрь – стр. 128-134

УДК 330.322

**ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА ПО
РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО
КОНСТРУКЦИОННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ
ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В.Е. Дмитрик, А.В. Чичварин

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42*

Аннотация. В работе предложен проект по разработке технологии изготовления инновационного конструкционного теплоизоляционного материала на основе пылевидных отходов металлургического производства, создание предприятия и выпуск продукции на потребительский и производственный рынок.

Ключевые слова: проект, пылевидные отходы, предпринимательство, инноваторство.

**THE RATIONALE OF ECONOMIC EFFICIENCY OF THE PROJECT FOR
THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR MANUFACTURE OF INNOVATIVE
STRUCTURAL THERMAL INSULATION MATERIAL BASED ON DUST-LIKE
WASTES OF METALLURGICAL PRODUCTION**

V. Dmitrik, A.V. Chichvarin

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. In the work of the proposed project on the development of technology for manufacture of innovative structural thermal insulation material based on dust-like wastes of metallurgical production, the establishment of the company and the release of products in the consumer and industrial market.

Key words: project, dust waste, entrepreneurship, innovation.

Автором предлагается проект по разработке технологии изготовления инновационного конструкционного теплоизоляционного материала на основе пылевидных отходов металлургического производства, создание предприятия и выпуск продукции на потребительский и производственный рынок.

Готовый продукт имеет следующие свойства:

1) Прочностью (800 - 1200 кг/м³)

- 2) Теплопроводность (0.12 Вт/м·°C)
- 3) Морозостойкость до 120 циклов
- 4) Рабочая температура (до 900 С.)

Ближайшим аналогом по схожести свойств материала является продукция компании "Аэробел". Схожесть обусловлена:

- 1) Прочностью (500 кг/м³ "Аэробел" - 800 кг/м³ продукция проекта)
- 2) Теплопроводность (0.119 Вт/м·°C - 0.12 Вт/м·°C)
- 3) Морозостойкость до 110 циклов

Продукт проекта занимает лидирующую позицию в ценовом диапазоне по сравнению с продукцией компании "Аэробел".

Следующим аналогом продукции является муфельный кирпич. Схожесть обусловлена высокой рабочей температурой до 900 С.

Так же ближайшим аналогом является продукция компании ООО "Керапен" производящей теплоизоляционный материал из песка и глины. Основным недостатком является дороговизна производимого продукта за счет использования глины, которая является дороже пылевидных отходов металлургического производства.

Так средняя цена за тонну глины составляет:

Комова- 2500 тыс. руб.,

Пылевидная 6500 тыс. руб.,

Бинтонитовая -11000 тыс. руб.

Данные затраты на производство являются существенно выше чем в предложенном проекте.

Ценовая сегментация представлена на рисунке 1.

Ценовая сегментация

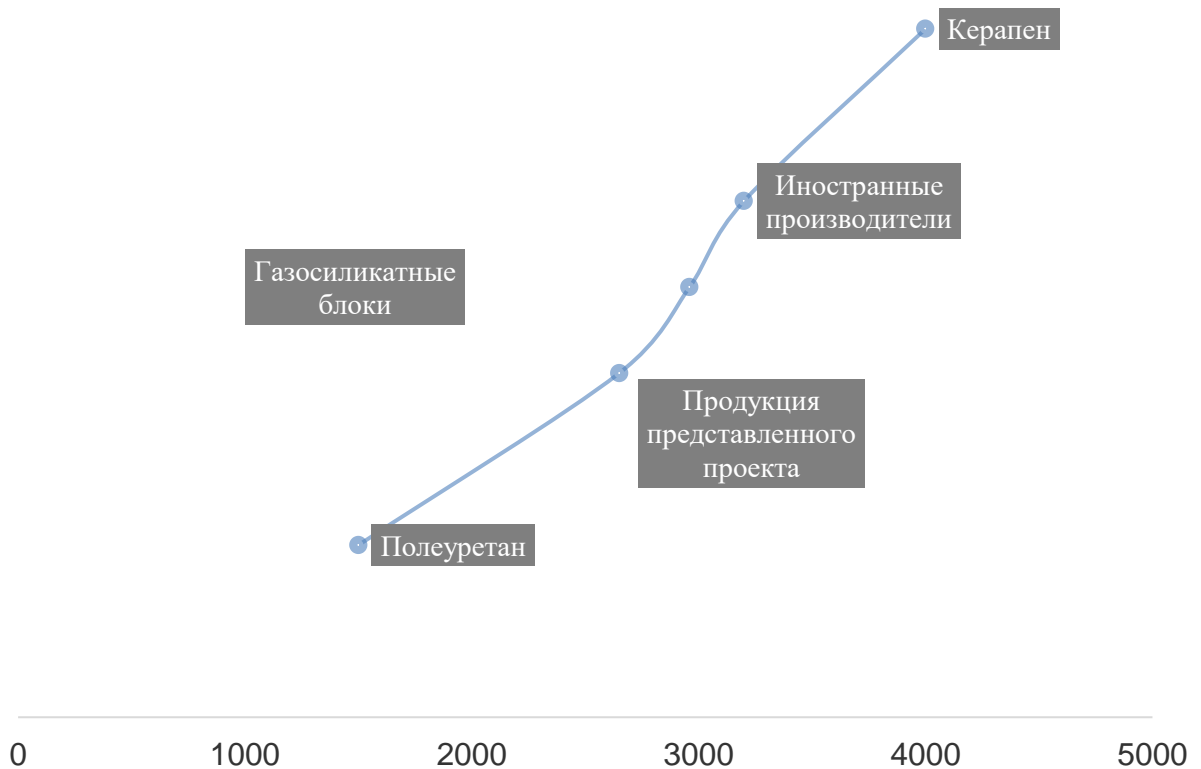


Рисунок 1. Ценовая сегментация продукта

Себестоимость продукции складывается из следующего:

- 1) 2000 руб. (пена собственного производства)
- 2) 100 руб. (пылевидные отходы)
- 3) 200 руб. (кальций) (20%)

Итого: 2450 руб. (с издержками)

На начало разработки проект требует 500 тыс. руб. инвестирования для разработки продукта и 12 млн. на старт производства. Экономическая эффективность проекта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Экономическая эффективность проекта

№	Социальная эффективность		
П/П			
1.1	Новые рабочие места	Чел.	15
1.2	Средняя заработная плата	Тыс. руб.	25
2.	Экономическая эффективность		
2.1	Годовой объем выручки при 7200 т. продукции в год	Млн. руб.	25.2
2.2	Годовой объем прибыли	Млн. руб.	7.56
2.3	Рентабельность	%	30
2.4	Срок окупаемости	Лет	1.5
2.5	Объем инвестиций в основной капитал в рамках проекта	Млн.руб.	12

На этап разработки, сертификацию и патентование необходимо 2 года и 500 тыс. руб., через 2 года необходимо 12 млн. руб. на закупку оборудования и стар производства продукции.

Подав заявку в Фонд содействия инновациям у предпринимателей и инноваторов появляется возможность получения финансирования на безвозмездной основе фактически всей суммы. Так, используя программы фонда, мы можем вначале получить финансирования на разработку самого материала в размере 500 тыс. руб., далее через 2 года получить ещё 2 млн. рублей на старт производства, а в дальнейшем до 15 млн. рублей на поддержку и расширение производства.

Данная схема и была реализована автором в качестве основной, при поиске и привлечении инвестиций в проект.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамидуллаева Л.А. К вопросу о повышении эффективности использования инновационного потенциала малого предпринимательства в России// Современные проблемы науки и образования, №6 – 2013.
2. Малкис Э.А. Инновационный потенциал развития предпринимательства// «Вестник ТИСБИ», № 11-2016
3. Дудин М.Н. Необходимость повышения инновационного потенциала России в сфере малого и среднего предпринимательства на современном этапе// Российское предпринимательство, 24(306) - 2008
4. Бузурная И.В., Развитие инновационного предпринимательского потенциала промышленных предприятий в современных условиях// Вестник университета российской академии образования, 5(15) - 2015 октябрь – стр. 128-134

АНАЛИЗ БЕЗРАБОТИЦЫ И МЕРЫ ПО ЕЕ СНИЖЕНИЮ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

И.А. Заякина, О.П. Гаврюшина

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
zayakina.ia@yandex.ru; gavryushina.olya2016@yandex.ru*

Аннотация. В данной статье рассмотрены негативные последствия безработицы. Приведены меры по повышению уровня занятости (на примере Белгородской области).

Ключевые слова: рынок труда; безработица; занятость.

THE ANALYSIS OF UNEMPLOYMENT AND MEASURES FOR ITS REDUCTION (ON THE EXAMPLE OF BELGOROD REGION)

I.A. Zayakina, O.P. Gavryushina

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. This article discusses the negative consequences of unemployment. Measures to increase the level of employment (on the example of the Belgorod region) are given.

Keywords: labour market; unemployment; employment.

Безработица относится к числу важнейших макроэкономических и социальных проблем, которые способны оказать прямое или косвенное воздействие на индивида. Проблема безработицы актуальна в наши дни, потому что практически для каждого человека потеря работы – это не только неустойчивость экономического положения бюджета, но и снижение жизненного уровня населения. Известно, что безработица оказывает негативное влияние на человека, который по тем или иным причинам потерял работу, так как происходят различные экономические, нравственно-психологические, социальные проблемы. Психологами доказано, что столкновение с безработицей отрицательно сказывается на состоянии здоровья, долголетию.

Так же стоит отметить, что безработица негативно влияет и на экономику государства, потому что происходит сокращение рабочих мест, снижение материального уровня жизни, утрата квалификации, снижение налоговых поступлений и многое другое.

В наши дни Белгородская область – это один из регионов, который интенсивно развивается по сравнению с другими регионами Российской Федерации. Область входит в состав Центрально-Чернозёмного района и Центрального Федерального округа

Российской Федерации. Областным центром является город Белгород. В структуре промышленности лидирующие позиции занимают черная металлургия, пищевая промышленность, машиностроение и металлообработка.

По данным Росстата, уровень безработицы в период с 2013 по 2017 годы в области ниже, чем в целом по России (см. таблицы 1, 2) [1].

Таблица 1. Численность безработных в возрасте 15-72 лет, тыс. чел.

	2013	2014	2015	2016	2017
Российская Федерация	4137,4	3889,4	4263,9	4243,5	3966,5
Центральный федеральный округ	697,8	655,1	744,9	755,0	691,1
Белгородская область	32,2	32,5	32,8	32,5	32,1

Таблица 2. Уровень безработицы населения в возрасте 15-72, в процентах

	2013	2014	2015	2016	2017
Российская Федерация	5,5	5,2	5,6	5,5	5,2
Центральный федеральный округ	3,3	3,1	3,5	3,5	3,2
Белгородская область	4,0	4,0	4,1	4,0	3,9

Заметим, что на конец 2017 года численность безработных составляла 32100 чел., в целом по РФ - 3 966 500 чел. В этот же период уровень безработицы составил по области 3,9%, в целом по РФ - 5,2%. Из таблиц так же видно, что безработица в Белгородской области, да и в целом по России, имеет положительную динамику. За последние пять лет произошло снижение темпов роста и численности безработных.

Положительная динамика связана, вероятнее всего, с эффективной работой органа государственного надзора «Управление по труду и занятости населения Белгородской области». Данным органом был выпущен проект государственной программы «Содействие занятости населения Белгородской области на 2014-2020 годы». Данная программа создана для того, чтобы создать необходимые условия для развития рынка труда, снизить безработицу и, соответственно, снизить затраты на социальную поддержку безработных лиц. Отметим, что данная программа была разработана на основе федерального закона «О занятости населения в Российской Федерации» и утверждена правительством Белгородской области.

Так программа предполагает выполнение таких задач как, например, поддержка занятости населения Белгородской области, улучшение условий и охраны труда и др. В результате реализации данной программы в 2020 году будет наблюдаться снижение уровня общей безработицы (до 3,7%) по сравнению с предыдущими годами.

Мероприятия по претворению в жизнь данной программы проводят центры занятости населения Белгородской области. Например, ведется работа по созданию

рабочих мест для незанятых инвалидов, женщин, которые воспитывают детей в возрасте до трех лет или которые воспитывают детей-инвалидов для того, чтобы предоставить работу для данной категории граждан. В рамках программы производится возмещение затрат работодателя в размерах трудоустройства инвалида (72700 рублей) и трудоустройство женщины (50000 рублей на одно рабочее место) [2].

Благодаря реализации данной программы предоставляется возможность многодетным семьям или женщинам, которые воспитывают детей в возрасте до трех лет или детей-инвалидов, перед выходом на работу бесплатно повысить уровень квалификации по имеющейся профессии или пройти соответствующее профессиональное обучение.

Предоставляется финансовая поддержка в случае регистрации безработного индивидуального предпринимателя. А также оказываются различные рекомендации и советы о государственной регистрации в качестве юридического лица или же реализации самозанятости.

Известно, что не всегда бывает просто найти работу выпускникам ВУЗов. В связи с этим, на территории Белгородской области при образовательных учреждениях действуют центры по содействию трудоустройства выпускников. Они созданы, в первую очередь, с той целью, чтобы способствовать в выборе нового места работы. Так же проводятся ежегодные встречи сотрудников центра со студентами-выпускниками.

Как было отмечено выше, реализация всех необходимых мероприятий предполагает снижение уровня безработицы в области.

Подводя итоги, можно отметить, что участие органов государственной власти положительно сказывается на уровне безработицы, потому что происходит снижение негативных последствий, которые могут стать весьма болезненными для общества. Ведь безработица влечет за собой различные социальные последствия для отдельных групп, семей и человека. Но благодаря государственным программам возникает снижение безработицы, а значит, это положительно сказывается на уровне жизни отдельных индивидов и общества в целом.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики 1999 - 2018 / [Электронный ресурс]- Режим доступа:<http://www.gks.ru/> – (дата обращения 21.09.2018).
2. Содействие занятости населения Белгородской области на 2014-2020 годы – Государственная программа Белгородской области // Управ. по труду и занят. насел. Белг. обл: офиц. сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bel-zan.ru/>. – (дата обращения 21.09.2018).

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА ОХРАНУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РФ

И.А. Заякина, Д.М. Дедикова

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
zayakina.ia@yandex.ru; dedikovadaria@icloud.com*

Аннотация. В данной статье рассматривается экологическое положение в России на современном этапе, приводится перечень затрат на охрану окружающей среды в Российской Федерации и проводится их анализ.

Ключевые слова: затраты на охрану окружающей среды; экология; загрязнение окружающей среды.

QUANTIFICATION OF COSTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN RUSSIA

I.A. Zayakina, D.M. Dedikova

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. This article discusses the environmental situation in Russia at the present stage, provides a list of costs for environmental protection in the Russian Federation and their analysis.

Keywords: environmental protection costs; ecology; environmental pollution.

Проблемы, связанные с окружающей средой стали актуальными для всего мира в связи с увеличением численности населения нашей планеты (с 1,6 млрд. чел. в начале 20 века до 6 млрд. чел. к началу 21 века), развитием промышленности и других факторов. В России, как и в остальных странах, в регионах с особенно интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства, во 2-й половине 20 века возникли колоссальные зоны, влияющие на экологическое благополучие. Они охватывают примерно 15% территории страны, где сосредоточены основные производственные мощности и наиболее продуктивные сельскохозяйственные угодья, и где проживает более 60% населения.

По экспертным оценкам, современная экологическая ситуация в России на 40–50% определяется влияниями предшествующих лет, загрязнениями, обусловленными в основном милитаризацией экономики, химизацией сельского хозяйства, экстенсивным использованием природных ресурсов, Чернобыльской и другими авариями и катастрофами в

СССР, а также глобальными изменениями среды под влиянием человеческой деятельности на всей планете [1].

На этом основании, неоспорим тот факт, что окружающей среде необходимо особое попечение, наблюдение и защита внутри каждой страны. Поэтому следует выяснить, насколько эффективно государство осуществляет свои затраты на охрану окружающей среды.

В России, где проблем в области экологии и охраны окружающей среды сосредоточилось достаточное количество, отношение к ним стало меняться в прогрессирующую сторону, но умеренными темпами и не крупномасштабно в части практической их реализации, как того хотелось. Пересматривается также действующее законодательство в данной области в сторону его ужесточения за наносимый вред природе. Появляются новые нормативные документы, регламентирующие экономические отношения в данной сфере.

Затраты на охрану окружающей среды определяется суммированием расходов предприятий, индивидуальных предпринимателей, государства (бюджетов всех уровней), имеющих целевое природоохранное назначение.

Таблица 1 - Затраты на охрану окружающей среды по Российской Федерации (в фактически действовавших ценах; млн. руб.) [2].

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Объем затрат на охрану окружающей среды	173807	197047	233930	259228	295200	368627	343368	372382	412014	445817	479384	536311	582128	590865	657024
в том числе по направлениям природоохранной деятельности:															
охрана атмосферного воздуха и предотвращение изменений климата	37151	45777	53765	60722	64065	76773	60101	80071	88362	89236	93251	112412	102765	102307	122458
сбор и очистка сточных вод	76933	87306	105369	111705	126816	159299	162175	169152	197073	186445	204351	223439	234112	235553	238459
обращение с отходами	14975	19799	22739	26076	28247	40326	38806	41510	44172	41022	51612	61823	68482	66652	79517
защита и реабилитация земель, поверхностных и подземных вод	9954	9095	13444	16770	21607	27321	18696	17219	23435	36498	33486	36105	37952	44535	33608
сохранение биоразнообразия и охрана природных территорий	12016	11899	12542	16052	21681	26597	21463	22975	13381	28091	28082	34189	44593	35926	42525
прочие	22778	23171	26071	27903	32784	38311	42127	41455	45591	64525	68602	68343	94224	105891	140457
Объем затрат на охрану окружающей среды в процентах к ВВП	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7

Следует отметить, что целевое природоохранное назначение подразумевает сбор, очистку, уменьшение, предотвращение или устранение загрязняющих веществ, загрязнения как такового или любых других видов и элементов деградации окружающей среды, являющиеся последствием предпринимательской деятельности.

В общий объем природоохранных расходов входят инвестиции в основной капитал, нацеленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, а также текущие расходы.

В таблице 1 приведены данные об объеме затрат на охрану окружающей среды. И если в фактически действовавших ценах эти затраты ежегодно растут (за исключением 2009 г., что можно объяснить кризисными процессами в экономике в тот период), то значения объема затрат на охрану окружающей среды в процентах к ВВП имеют тенденцию к уменьшению за анализируемый период (с 1,3 в 2003 г. до 0,7 в 2017 г.).

Следует отметить, что России отводится одна из главных ролей по сохранению и обеспечению безопасности окружающей среды, поскольку наша страна занимает шестую часть поверхности земного шара, а также имеет огромный потенциал освоения Арктики и Антарктики. В связи с этим экологический бюджет страны должен быть пропорционален той ответственности, которая лежит на государстве. Вложенные финансы имеют колоссальное значение в развитии дальнейшей экологической ситуации РФ.

Список использованных источников

1. Ажгиревич А.И. Экология. / Под ред. проф. В.В. Денисова. – М.: ИКЦ «МарТ», 2006. – 768 с.
2. Окружающая среда: затраты на охрану окружающей среды. / Федеральная служба государственной статистики (Росстат). [Электронный ресурс] URL:http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#

АНАЛИЗ ВИДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РФ

И.А. Заякина, П.С. Кладовщикова

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
zayakina.ia@yandex.ru; polya.kladovshikova@yandex.ru*

Аннотация. В статье рассмотрена значимость индивидуального предпринимательства в экономике Российской Федерации, описаны этапы развития малого бизнеса, проведен анализ статистических данных численности занятых в индивидуальном предпринимательстве по видам экономической деятельности, описана динамика развития оптовой и розничной торговли в РФ по годам.

Ключевые слова: предпринимательство; оптовая и розничная торговля; бизнес; развитие.

ANALYSIS OF ECONOMIC ACTIVITIES AND PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF INDIVIDUAL ENTREPRENEURSHIP IN RUSSIA

I.A. Zayakina, P.S. Kladovshikova

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The article considers the importance of individual entrepreneurship in the economy of the Russian Federation, describes the stages of small business development, analyzes the statistical data on the number of employees in individual entrepreneurship by economic activity, describes the dynamics of wholesale and retail trade in the Russian Federation over the years.

Keywords: entrepreneurship; wholesale and retail trade; business; development.

По выражению Ф. Либина, директора Evertone: «Существует множество плохих причин, чтобы заняться предпринимательством. Но есть только одна хорошая, правильная причина, и я думаю, что вы знаете, что эта причина – изменить мир» [1]. Как известно, предпринимательство является одним из движущих механизмов экономики любой страны.

Индивидуальное предпринимательство в России является толчком к динамичному изменению всей экономической структуры, к уплотнению рыночных отношений между агентами экономики. Однако, несмотря на все плюсы, экономическая среда России не

слишком насыщена индивидуальным предпринимательством. История развития малого и среднего бизнеса в России не столь продолжительна по сравнению с более развитыми странами. Организацию предпринимательства во времена СССР и по настоящее время можно проследить на нескольких этапах (таблица 1).

Таблица 1. Этапы развития индивидуального предпринимательства в России

Этапы	Характеристика
1 этап (1980-1985 гг.)	Начало становления предпринимательства по средствам научно-технического творчества. Этап оценивают как пробный.
2 этап (1985-1990 гг.)	Число участников малого бизнеса увеличивается. Основное направление предпринимательства - поставка товаров на внутренний рынок для спроса потребителей. Разработка первых нормативных актов. В силу вступил закон о частном предпринимательстве.
3 этап (1991-1994 гг.)	Появление крупных и средних предприятий. Появляются предприятия по различным видам деятельности: сфера услуг, торговля, промышленность и т.д.
4 этап (1991-1995 гг.)	Приватизация и широкомасштабное развитие малого предпринимательства в России. Создается правовая основа индивидуального предпринимательства.

В современном мире развитие индивидуального предпринимательства имеет большое значение для экономики России в целом, что подтверждается данными статистики [3]. В таблице 2 представлены данные изменения численности занятых в сфере индивидуального предпринимательства по видам экономической деятельности в России с 2008 по 2017 год.

Таблица 2. Численность занятых в сфере индивидуальной предпринимательской деятельности по отдельным видам экономической деятельности в Российской Федерации, тыс. человек

	2008	2009	2011	2012	2013	2014	2016	2017
Всего	8314,0	6526,0	5453,1	5647,1	5429,5	5645,7	5682,4	5798,5
из них:								
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	95,0	346,7	380,2	348,5	363,9	305,1	299,4	319,7
Рыболовство, рыбоводство	5,0	6,7	6,6	6,0	6,4	5,1	5,8	6,2
Добыча полезных ископаемых	0,5	1,0	0,8	1,2	0,7	0,8	0,8	0,8
Обрабатывающие производства	466,7	453,6	396,9	409,4	428,9	394,0	457,3	424,2
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	2,5	3,1	3,3	3,9	3,0	2,8	3,1	2,6
Строительство	157,8	154,8	137,8	156,3	155,6	147,2	187,5	213,3
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	6173,1	4123,3	3267,7	3287,8	3066,5	3458,4	3124,8	3121,2

Транспорт и связь	534,1	499,4	444,6	529,0	502,1	495,0	502,2	483,09
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	400,0	418,9	379,6	419,7	427,9	399,8	549,6	202,7
Образование	15,5	21,7	20,9	22,2	20,7	21,9	29,6	34,04
Здравоохранение и предоставление социальных услуг	28,2	26,9	19,8	24,0	24,4	21,2	28,2	25,2
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	257,0	261,1	232,1	255,9	235,9	215,8	255,1	262,05

В структуре распределения малых предприятий в Российской Федерации по видам экономической деятельности в 2017 г. преобладал малый бизнес оптовой и розничной торговли, бизнес, связанный с транспортом и связью, обрабатывающим производством и строительством. Наименьшее число предприятий малого бизнеса занято в сферах добычи полезных ископаемых, рыболовства, производства и распределения электроэнергии, газа и воды.

Рассмотренные данные Росстата говорят о неоспоримой важной роли развития индивидуального предпринимательства в России. От динамики развития данной сферы экономики зависит рост уровня жизни большей части населения страны.

Так как такая сфера экономической деятельности как оптовая и розничная торговля преобладают в структуре распределения малых предприятий, можно проследить ее динамику на рисунке 1 в период с 2008 по 2017 год.

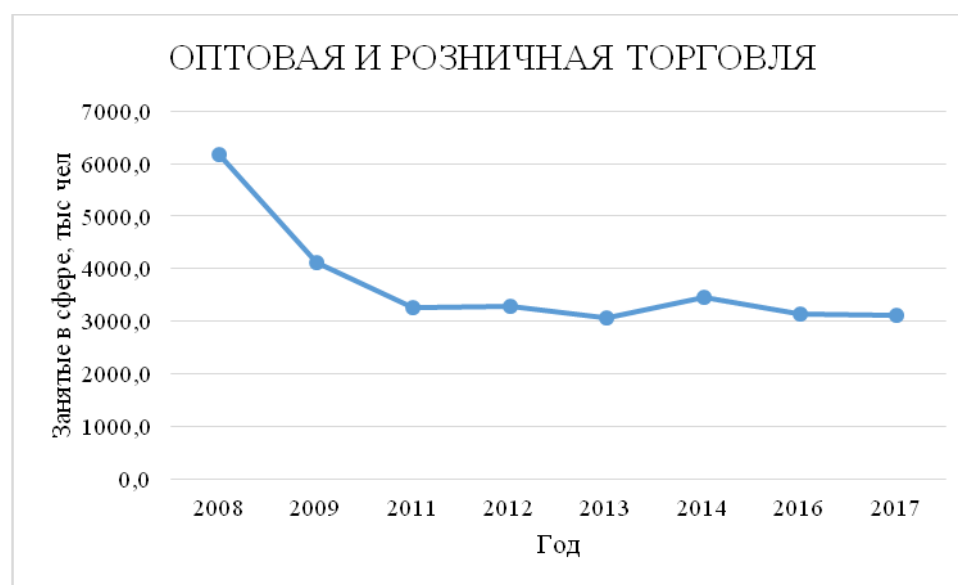


Рисунок 1. Динамика развития оптовой и розничной торговли в РФ по годам

Можно проследить снижение занятых в сфере индивидуального предпринимательства. Главная причина такого негативного явления - введение экономических и административных барьеров. Законодательство в России изменяется быстрыми темпами, и такие же быстрые изменения в управлении бизнесом сказываются

на его закрытии. Также, стремительно возрастающие цены на сырье из-за скачков курса рубля, высокие ставки процента на получение кредита, налогообложение – это основные экономические негативные причины динамики сферы малого бизнеса [4].

Рассмотрев широкую картину деятельности индивидуального предпринимательства, все же талантливые и уверенные в себе предприниматели продолжают надеяться на развитие своего сегмента экономики. Социологические исследования говорят о том, что около половины все предпринимателей в России надеются на стабилизацию ситуации в 2019-2020 годах. Те предприятия, которые смогут адаптироваться к динамичным условиям ведения бизнеса, смогут не только удержаться на плаву во время кризиса, но и в будущем увеличить свою прибыль.

Список литературы

1. Кошелева Т. Н. Стратегии развития малого инновационного предпринимательства. - СПб: ГУАП, 2015 - 204 с.
2. Федеральный Закон РФ № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24 июля 2007 г.
3. Основные показатели деятельности индивидуальных предпринимателей по видам экономической деятельности 2008-2017 [Электронный ресурс]- М.: Росстат, 2017.
4. Романюк В.С, Савченко Л.М. Малый бизнес в зеркале статистики // Деловая пресса. - 2016. - № 33. - С. 6.
5. Гончарова О.Ю. Малый бизнес в России: проблемы и перспективы // Банковское кредитование. - 2008 г. - N 2. - С.42 – 44.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СУБЪЕКТАХ РФ

И.А. Заякина, М.А. Лисовский

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
zayakina.ia@yandex.ru; marlis6798@mail.ru*

Аннотация. В данной статье раскрывается необходимость развития инновационной деятельности в процессе структурных экономических изменений. Проводится анализ инновационного развития субъектов Российской Федерации, оценка развития инновационной деятельности в отдельных регионах.

Ключевые слова: инновации; инновационное развитие; инвестиции; реальный сектор экономики.

FEATURES OF DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ACTIVITY IN SUBJECTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

I.A. Zayakina, M.A. Lisovsky

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. This article reveals the need for the development of innovative activity in the process of structural economic changes. The analysis of innovative development of subjects of the Russian Federation, an assessment of development of innovative activity in separate regions is carried out.

Keywords: innovation; innovative development; investment; the real sector of the economy.

Введение. В последние годы экономический сектор нашего государства испытывает серьезные структурные изменения. Политика санкций стран западного мира наряду с падением цен на энергоносители, существенно ослабили финансовый и реальный сектор экономики Российской Федерации. Тем самым указав на потенциальную слабость формирования экономической системы, ориентированной в целом на экспорт сырья. Следовательно, на сегодняшний день перед сектором государственного управления, бизнесом и отечественной наукой стоит существенный вызов в рамках трансформации отечественной экономики для поступательного и долгосрочного экономического роста, в рамках которого будет наращена прибыль от экспортной деятельности, увеличены доходы консолидированного бюджета РФ, а также произойдет рост реальных доходов

юридических лиц и домохозяйств. Ключевым элементом в данной системе должно стать повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятий за счет роста инновационных процессов, как на микро-, мезо- и макроуровнях [1-5].

Основная часть. В современном мире инновации и инновационная деятельность выполняют важную роль в системе экономических отношений развитых стран. Подобный опыт необходимо перенимать и Российской Федерации. Это, с одной стороны, позволит снизить зависимость от импорта высокотехнологической продукции, а, с другой стороны, позволит нарастить объемы экспорта за счет создания продукции с высоким уровнем добавленной стоимости. Что, в свою очередь, позволит увеличить занятость и уровень реальных доходов граждан в реальном секторе экономики, создаст новые рабочие места и увеличит поступления в бюджеты всех уровней.

Однако в современных реалиях для развития инновационной деятельности в РФ важную роль играют финансирование инноваций и инвестиции в инновации.

По объему внутренних расходов на инновационную деятельность (5% ВВП) СССР входил в число мировых лидеров. На сегодняшний день данный показатель составляет около 1,5% ВВП России, в то время как у ведущих стран Запада данный показатель составляет 4-5% от ВВП [6].

Проанализируем динамику финансирования инновационной деятельности в Российской Федерации за период с 2010 по 2017 гг. Также оценим доленое соотношение финансирования инновационной деятельности к общему объему ВВП страны. Для этого воспользуемся для наглядности рисунком 1, на котором визуальна изображена данная динамика (левая шкала – объемы ВВП и объемы финансирования, млрд. рублей, правая шкала – доленое участие финансирования инновационного предпринимательства в общем объеме валового внутреннего продукта страны).

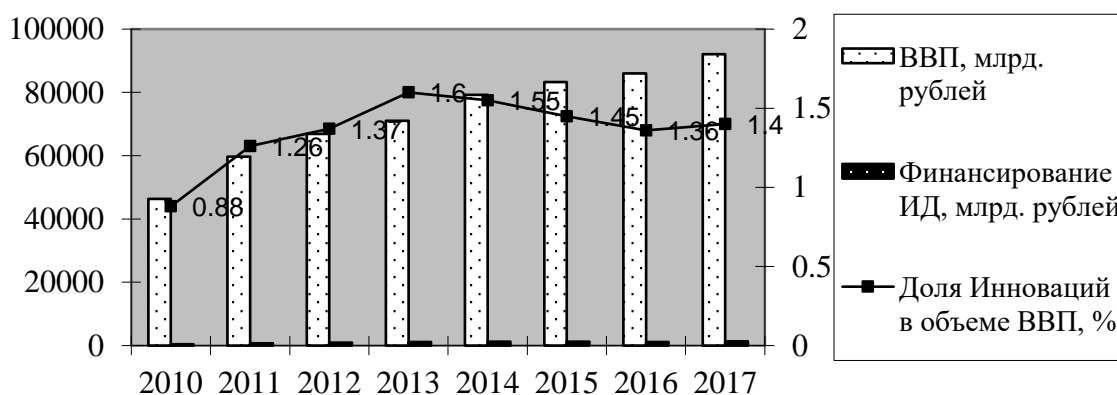


Рис. 1 – Доля финансирования инновационной деятельности относительно динамики ВВП [7]

Следует отметить, что на рисунке изображена доля совместного (государственного и частного) процесса финансирования инновационной деятельности. За отчетный период показатель финансирования инновационной отрасли в значительной мере испытывал колебательную динамику, находясь в диапазоне от 0,88% до 1,6%.

Поступательный рост данного показателя характеризуется временным отрезком с 2010 по 2013 годы. За этот период долевое участие данного показателя в ВВП выросло с 0,88% до 1,6%.

Однако, в дальнейшем вследствие экономического напряжения и введения секторальных санкций, государственные и частные программы по финансированию инновационного предпринимательства были в некоторой мере сокращены, что привело к падению данного показателя с 1,6% в 2013 году до 1,4% в 2017 году.

Безусловно, при дальнейшей стабилизации экономической ситуации в стране, а также нормализации финансовых отношений с западными партнерами предполагаем, что данный показатель продолжит положительную динамику, как это было до 2014 года.

Проанализируем совокупный рейтинг инновационного развития регионов РФ по федеральным округам. Для этого воспользуемся рисунком 2.

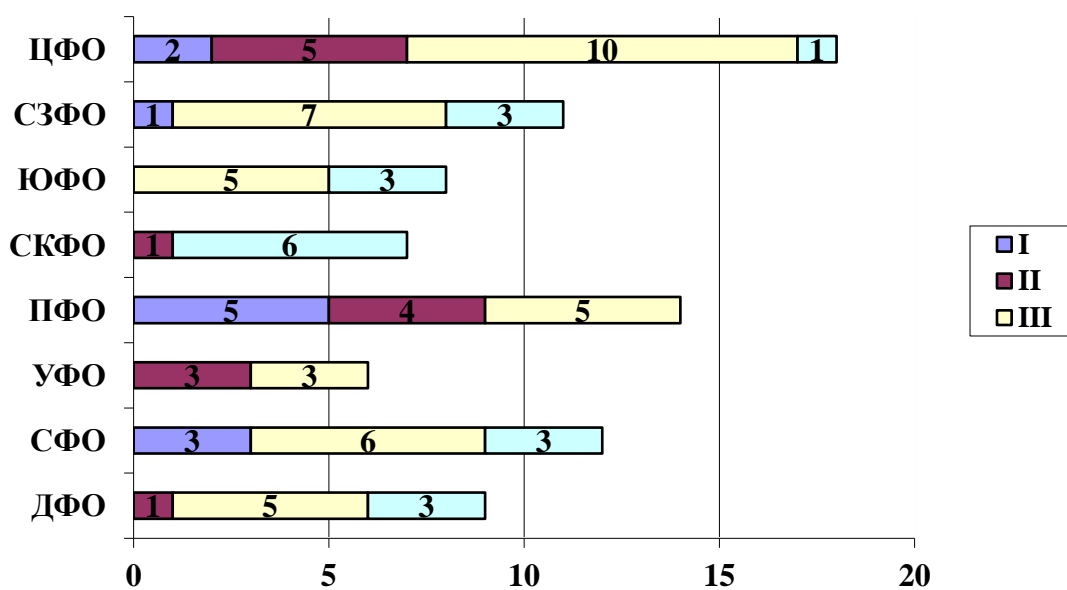


Рис. 2 – Распределение регионов с разным уровнем инновационного развития по федеральным округам [8]

Как можно увидеть из вышеприведенного рисунка, все регионы ФО РФ поделены на четыре градационные группы, где I – соответствует группе с наивысшим рейтингом, а IV – группе с наименьшим рейтингом.

В рейтинге учитываются такие показатели как уровень ВРП территории, занятость, инновации в отраслях промышленности, охват населения высшим образованием,

результативность внедрения инноваций в производстве, количество и качество кадров занятых в инновационной деятельности [8].

Как можно увидеть из вышеприведенной диаграммы лидером по данным показателям является Приволжский Федеральный Округ, в составе которого находятся пять территорий из первой группы. Далее следует Сибирский Федеральный округ с 3 регионами в первой группе и Центральный Федеральный округ, который насчитывает два региона из первой группы.

В то же время необходимо понимать, что данный рейтинг позволяет выстроить теоретическую градацию в рамках инновационной деятельности регионов Российской Федерации, в то же время необходимо рассматривать зарубежные методики оценки развития территорий в области инноваций в сфере соотношения вложения в инновационную деятельность – прибыль от реализации наукоемкой продукции и услуг. В этом и есть ключевое отличие в рамках инновационной деятельности между РФ и ведущими странами мира.

Выводы. Как итог вышеприведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1) Развитие инновационной деятельности является критически необходимым на современном этапе развития экономики РФ. С одной стороны, это снизит зависимость России от импорта высокотехнологической продукции, с другой стороны, увеличит экспортную прибыль от реализации наукоемкой продукции.

2) Критической проблемой развития инноваций в регионах РФ является низкий уровень финансирования инновационной деятельности, а также инвестиций в инновации.

3) Лидерами инновационного развития в РФ среди федеральных округов, являются Приволжский, Сибирский и Центральный.

Список литературы:

1. Ченцова Е.П., Ткачева А.С., Заякина И.А. Региональные аспекты повышения эффективности использования инновационного потенциала персонала // Современные проблемы горно–металлургического комплекса. Наука и производство: материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - Старый Оскол, СТИ НИТУ «МИСиС», 2016. - Т.2 - С.257 -259.

2. Заякина И.А. Оценка эффективности деятельности предприятия горно-металлургического комплекса // Современные проблемы горно–металлургического комплекса. Наука и производство: материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - Старый Оскол, СТИ НИТУ «МИСиС», 2014. - Т.2 - С.221 -225.

3. Заякина И.А. Показатели эффективности производственно-хозяйственной деятельности предприятия // ВЕСТНИК Белгородского университета потребительской кооперации. - Белгород: Белгородский университет потребительской кооперации, 2006. - №2. - С.167-173.

4. Заякина И.А. Система показателей оценки финансовой устойчивости коммерческой организации // Образование, наука, производство и управление: сборник научных и научно-методических докладов всероссийской научно-практической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов: В 3-х т. - Старый Оскол: СТИ НИТУ МИСиС, 2011. - Т.2. - С.103-108.

5. Заякина И.А., Ченцова Е.П. Теоретические и методические основы определение эффективности деятельности промышленного предприятия: монография - Старый Оскол: ТНТ, 2008. – 128 с.

6. Макашева Н.П. Государственная поддержка и финансирование инновационной деятельности в России и странах мира / Н.П. Макашева // Вестник Томского государственного университета. Экономика. — 2013. — № 3. — С. 161–172.

7. Инновационная деятельность в Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://csrs.ru/archive/stat_2016_inno/innovation_2016.pdf. – (Дата обращения: 22.09.2018).

8. Рейтинг инновационного развития субъектов РФ 2017 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.hse.ru/data/2017/06/22/1170263711/RIR2017.pdf>. – (Дата обращения: 21.09.2018).

**ОРГАНИЗАЦИЯ ОТБОРА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ
ПЕРСОНАЛА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

И.А. Заякина, М.А. Мизунская

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
zayakina.ia@yandex.ru*

*Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы оптимизации набора, отбора
и профессиональной адаптации персонала на предприятии.*

Ключевые слова: персонал; профессиональная адаптация; отбор персонала.

**ORGANIZATION OF SELECTION AND PROFESSIONAL ADAPTATION OF
THE STAFF AT ENTERPRISES**

I.A. Zayakina, M.A. Mizunskaya

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

*Abstract. This article deals with the optimization of recruitment, selection and
professional adaptation of personnel in the enterprise.*

Keywords: staff; professional adaptation; staff selection.

Работа любого предприятия в Российской Федерации неизбежно связана с подбором персонала. Несмотря на то, что руководители многих организаций основное внимание уделяют производственным и финансовым процессам, именно подбор работников обеспечивает эффективность деятельности предприятия [1]. Так как от того, насколько рационально будет организована система набора и отбора персонала, зависит качество человеческих ресурсов, а также качество производимой продукции, то проблема подбора кадров заслуживает особенного внимания.

В настоящее время кадровый состав многих организаций не полностью соответствует растущим современным требованиям к инновационному потенциалу и профессиональной подготовке работников [2]. Собственно из-за этих требований перед кадровой службой предприятия поставлена достаточно сложная задача обновления и пополнения кадрового состава за счет отбора сотрудников.

Для начала следует ответить на вопрос "что такое набор персонала?". Набор персонала - это важнейшая задача кадровой службы предприятия. Она включает в себя не только комплектование штата, но и создание резерва кандидатов на определенные рабочие места и должности, из которых впоследствии организация выбирает подходящих

сотрудников. Существует несколько важных моментов, которые могут определять успех в наборе персонала. К ним относятся: точный запрос (заявка); планирование мероприятий по привлечению кандидатов; оценка кандидатов [3].

В перечень необходимой информации для поиска кандидата можно включить следующие показатели набора персонала и руководителя организации:

1) Внутренняя информация. К ней можно отнести должность, подразделение, цех, непосредственного руководителя.

2) Содержание должности. А именно должностные обязанности, смысл выполняемой работы, ответственность и результаты деятельности.

3) Профессиональные навыки.

4) Условия работы. К данному показателю можно отнести заработную плату, социальный пакет, место работы, режим работы, обустройство рабочего места, наличие командировок.

5) Внутренние условия. То есть причина открывшейся вакансии: вновь открытая вакансия, замена предыдущего работника, расширение штата.

Подбор может осуществляться различными способами. Например, подбор из числа выпускников ВУЗов. Преимуществом данного метода является то, что охваченными оказываются лишь выпускники, имеющие подходящую для предприятия специализацию. Недостатком этого способа является отсутствие у кандидатов достаточного опыта для выполнения работы. Так же подбор может осуществляться с помощью размещения объявлений в средствах массовой информации, т.е. газетах, журналах, в интернете, на баннерах. Преимущество данного способа состоит в широте охвата аудитории, в возможности большого выбора кандидатов. Недостатком же можно считать большой наплыв людей, которые не обладают навыками, необходимыми для работы. Предприятие может осуществлять подбор "собственными силами" или же обратиться к частным агентствам и службам подбора кадров, также в каждом городе есть центры занятости населения, в которых существуют базы потенциальных сотрудников.

Элементом системы подбора является отбор персонала. Он включает в себя формирование определенных критериев оценки кандидатов и методы отбора.

Критерий представляет собой конкретный признак, присутствие и степень развития которого у рассматриваемого объекта - кандидата на вакансию - является залогом эффективности его будущей работы и служит основанием принятия решения о найме. Обязательными требованиями к критериям отбора считаются валидность; полнота; надёжность; необходимость; достаточность [4].

Под методом отбора можно понимать различные процедуры, приёмы и операций

по сбору и анализу информации о кандидате на вакансию, которая позволяет определить уровень пригодности для данной вакансии на основе выработанных критериев и принять решение о найме.

В данный момент в практике менеджмента могут быть использованы как традиционные селективные методы (анкетирование, интервью, анализ документов и тестирование всех видов), так и специализированные методики, позволяющие выявить ценностно-нормативные ориентации претендента и сопоставить их с требованиями организационной культуры.

Максимально эффективный результат достигается в том случае, если методы подбора образуют комплексную систему. Одним из наилучших способов является тестирование потенциальных сотрудников в условиях, максимально приближенных к рабочим.

Нестандартные методы отбора затрагивают больше не профессиональный, а психологический аспект. Примером такого метода может послужить проведение интервью-собеседования для проверки кандидата на устойчивость к стрессам. Для проведения такого теста сначала необходимо изучить поведение кандидата в обычной ситуации, а затем задать ряд шоковых вопросов или провести собеседование в необычных для него условиях, после чего проанализировать полученные результаты.

Другим методом может быть графология – претендент пишет текст, после чего происходит разбор его на предмет наличия ошибок, анализ почерка. Как ни странно, но на основании полученных результатов может быть сформулировано решение о принятии или отказе в приеме на работу кандидата. Такой метод слабо развит в России, но получил широкую популярность во Франции [5].

После приёма на работу новых сотрудников следует обратить внимание на их профессиональную адаптацию. Профессиональная адаптация может быть выражена в установленном уровне овладения необходимыми профессиональными качествами личности, навыков и умений. А так же в создании положительного отношения сотрудника к своей профессии. Может проявляться в знакомстве с новыми рабочими обязанностями, приобретении опыта, профессионального мастерства, сноровки, достаточных для качественного выполнения функциональных обязанностей и творчества в труде.

Целью внедрения каждой программы по адаптации является помощь новым сотрудникам в процессе освоения на новом месте работы. На предприятии и в организации многое зависит от активнодействующих субъектов и работников. В процессе адаптации сотрудник должен понять, что новая ситуация - это, в первую очередь, новые

возможности для любого сотрудника. Ведь, только быстро и эффективно реагирующий на изменения рабочей среды работник может в полной мере выполнять свои обязанности.

К задачам кадровой службы относится разработка программы адаптации новых сотрудников. У нанятого работника должно быть сформировано четкое знание своих обязанностей и результатов, которые он должен получить, также он должен иметь ясное представление об организации и ее корпоративной культуре. Если процесс адаптации не контролировать, то в результате мы можем получить увольнение нового человека. Таким образом, время и деньги, потраченные организацией на его поиск и отбор, могут оказаться напрасными.

Готовность к профессиональной адаптации определяется сочетанием сформированной системы мотивации к профессиональной деятельности, развитой адаптивности как личностного качества, а также системы знаний, умений и навыков, обеспечивающих возможность реализации личностью поведенческих стратегий, соответствующих задачам скорейшей интеграции нового сотрудника в организацию, созданию у него мотивации для успешной работы и повышению эффективности деятельности [6].

Показатели эффективности профессиональной адаптации: профессиональная активность; дисциплинированность; профессиональная успешность; удовлетворенность условиями работы; эмоциональная комфортность; психосоматическое состояние; готовность к дальнейшей деятельности в данной организации.

Приходя в организацию, человеку приходится чем-то жертвовать ради ее целей, ему важно знать, что и в каких объемах он должен делать, с кем контактировать и какова регулярность контактов. От этого в значительной степени зависит удовлетворенность человека трудом, взаимодействием с организацией, его отношение к ней.

В заключении хотелось бы отметить, если организация или предприятие хочет обеспечить эффективную работу, а так же предоставлять качественную продукцию или услугу, то, в первую очередь, необходимо организовать и структурировать систему набора и отбора таких работников, которые смогут пройти процесс адаптации и быстро включиться в работу коллектива.

Список литературы

1. Муратова Л.В., Заякина И.А. К вопросу о совершенствовании кадровой политики предприятия // В сборнике: Инновационные технологии научного развития. Сборник статей международной научно-практической конференции: в 5 частях . 2017. С. 6-8.

2. Ченцова Е.П., Ткачева А.С., Заякина И.А. Региональные аспекты повышения эффективности использования инновационного потенциала персонала // В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. С. 257-259.
3. Романова, Ю.А. Оптимизация отбора и профессиональной адаптации персонала в организации. // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. - 2015. - №1.
4. Федосеев, В.Н. Управление персоналом организации: Учебное пособие / В.Н. Федосеев, С.Н. Капустин. — М.: Издательство «Экзамен». - 2004. - С. 10.
5. Волкова М.В., Ладыгина Е.С. Наем и отбор сотрудников в организацию: особенности работы отдела по персоналу // Общество: политика, экономика и право. - 2016. - №3. – С.79-82.
6. Усачева И.Ю., Демина В.В. Содержание дефиниции «стратегический менеджмент» в процессе развития теории стратегического управления // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2017. № 3. С. 61-69.

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РОССИИ

И.А. Заякина, К.В. Шульженок

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42
zayakina.ia@yandex.ru; shulzhenok98@mail.ru*

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные проблемы развития малого предпринимательства в Российской Федерации, проанализирована статистика количества предпринимателей России, а также указаны пути эффективной поддержки предпринимательства.

Ключевые слова: предпринимательство; малый бизнес; государство.

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF INDIVIDUAL ENTREPRENEURSHIP IN RUSSIA

I.A. Zayakina, K.V. Shulzhenok

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. This article discusses the main problems of small business development in the Russian Federation, analyzes the statistics of the number of entrepreneurs in Russia, and also identifies ways to effectively support entrepreneurship.

Keywords: entrepreneurship; small business; state.

В настоящее время индивидуальное предпринимательство является одним из важнейших двигателей экономического состояния страны. В Российской Федерации предпринимательство традиционно относится к малому бизнесу. За счет появления такого типа бизнеса повышается конкурентоспособность экономики и формируется устойчивая экономическая система. Именно благодаря предпринимательству решаются проблемы создания рабочих мест, роста ВВП и т/д.

На сегодняшний день теме развития малого бизнеса уделено большое внимание такими крупными западными экономистами, как А. Освальд, Д. Стори, П. Рейнольдс и другие. Огромный вклад в изучение индивидуального предпринимательства, а также преодоления возникающих проблем в данной теме внесли такие ученые, как А. Бутенко, Л. Воротина, З. Варналий, В. Гейць, А. Кужель, В. Ляшенко, Н. Шлафмант и другие.

За последние несколько лет в Российской Федерации все большее распространение получает малое предпринимательство. Современные предприниматели занимают все

больше отраслей экономической деятельности, постоянно развиваются и обеспечивают достойные условия своей жизни и жизни своих близких.

Развитие малого бизнеса в России должно стать одним из образующих факторов формирования интересов и цивилизованных рыночных отношений в обществе. Индивидуальное предпринимательство, в качестве малого бизнеса, позволяет экономике становиться более гибкой, способствует мобилизации финансовых и производственных ресурсов населения. Также нельзя не отметить, что малый бизнес обеспечивает прорыв научно-технического прогресса, решает такие проблемы, как занятость населения и другие социальные проблемы. Развитие малого бизнеса должно стать одним из важнейших факторов социально-экономического роста. Малый бизнес – это не только создание новых рабочих мест, но также и альтернатива наемному труду. Развитие малого предпринимательства является очень важной частью формирования среднего класса общества.

На рис.1 представлены сведения о количестве предпринимателей по федеральным округам [1].

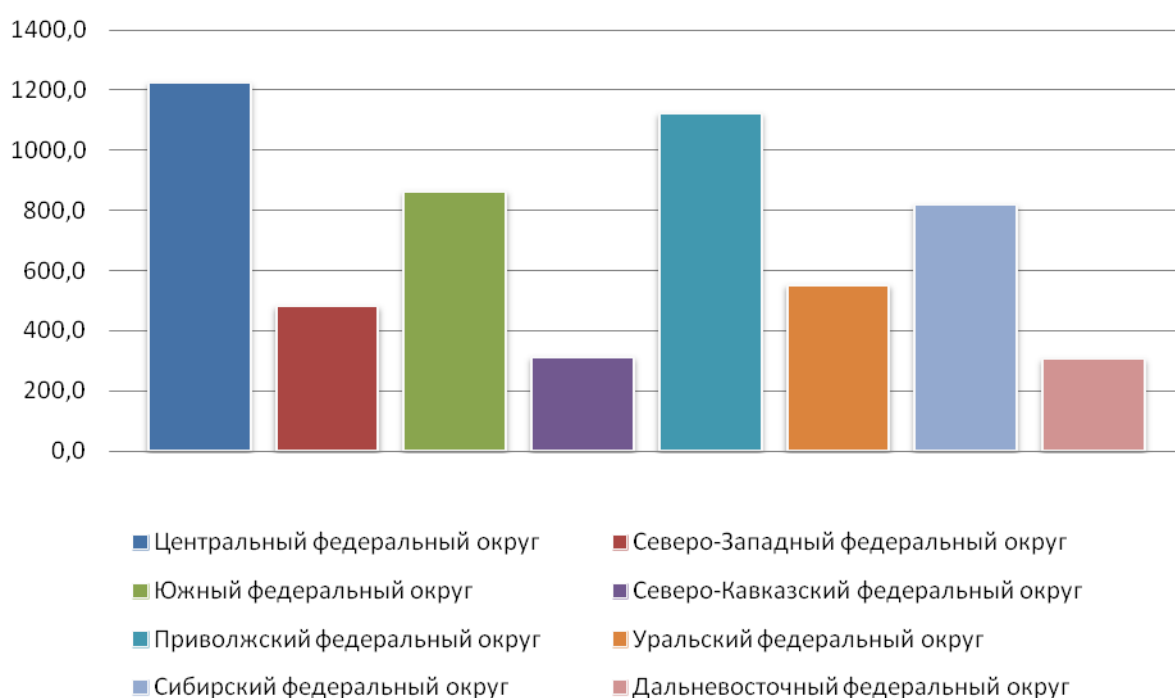


Рисунок 1. Количество предпринимателей по федеральным округам на 01. 08. 2016, тыс. чел.

На рис. 1 видно, что наибольшая доля индивидуальных предпринимателей сосредоточена в Центральном федеральном округе. В г. Москва находится большая доля

малых предприятий региона. Далее идет Приволжский федеральный округ, а замыкает тройку лидеров Южный федеральный округ.

Государство старается поддерживать малый бизнес. Таким образом, был создан ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» (ред. от 26.07.2017), в котором говорится о том, что целью создания благоприятно возможных организационных и экономических условий для развития малого предпринимательства государство должно предоставить надлежащую поддержку. Однако, существует несколько факторов, тормозящих развитие предприятий малого бизнеса [2]. К таким относятся:

1. Нерегулярное стимулирование программ поддержки и развития на региональном и государственном уровне;
2. Невысокая квалификация работников предприятий;
3. Отсутствие четких ориентиров на инновационном фундаменте;
4. Рост конкуренции;
5. Рост возможных рисков;
6. Необходимость создания инновационных технологий;
7. Ограниченность финансирования малого бизнеса.

Одним из перспективных средств создания конкурентной рыночной системы является развитие малого бизнеса. Создание собственного предприятия сдерживается главным образом сложностями непосредственно открытия собственного дела.

Наиболее эффективными методами поддержки являются следующие [3]:

1. Государственная поддержка: формирование благоприятного предпринимательского климата;
2. Переориентация освобожденной рабочей силы на новые виды деятельности в сфере сельского хозяйства;
3. Кооперирование и самоорганизация малого бизнеса на политических и экономических началах;
4. Эффективное управление квалифицированными кадрами.

Информационное обеспечение возможно сформировать при помощи создания базы данных, в которых будет содержаться информация про политику банковских учреждений, аналитические материалы касательно развития предпринимательства в регионе, а также ценовой ситуации [5].

Ярким примером для Российской Федерации может послужить Китай. Правительство Китая старается поддерживать экономический рост малого и среднего предпринимательства с помощью совершенствования законодательных актов, которые

направлены на регулирование экономики и налогообложения. Также в Китае активно функционируют фонды по поддержке и развитию малого предпринимательства. Одним из них является Государственный фонд развития малого и среднего предпринимательства, создание которого финансировалось за счет бюджетных средств страны. Данный фонд способствует защите интересов субъектов МСП по сравнению с субъектами крупного бизнеса во всех экономических направлениях и обеспечивает определенные налоговые льготы и дополнительное финансирование [4].

Рассматривая опыт зарубежных стран относительно данной темы, можно отметить, что развитие малого бизнеса является одним из эффективных путей реформирования экономики. Именно они являются механизмом наибольшего привлечения ресурсов, в том числе и трудовых. Поддержка малого бизнеса помогает решать как социальные проблемы: создание новых рабочих мест, повышение уровня обеспеченности граждан, так и экономические, например: создание конкурентной среды и ускорение оборота частного капитала.

Таким образом, при соблюдении предложенных мероприятий по поддержке малого предпринимательства, можно достичь укрепления его на внутреннем и внешнем рынке. В конечном итоге это положительно скажется на уровне социально-экономического развития страны и качества жизни населения России.

Список литературы

1. <http://www.gks.ru> - сайт Федеральной службы государственной статистики.
2. Федеральный закон от 24.07.2007 № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» (ред. от 26.07.2017).
3. Кузьмина Е.Е., Кузьмина Л.П. Организация предпринимательской деятельности. – М.: Юрайт, 2012. – 480 с.
4. Финк Т. А. Малый и средний бизнес: зарубежный опыт развития // Молодой ученый. — 2012. — №4. — С. 177-181.
5. Широков Б.М. Малый бизнес. Финансовая среда предпринимательства. – М.: Финансы и статистика, 2011. – 496 с.

УДК 331.5

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ БЕЗРАБОТИЦЫ В РФ И ПУТИ ЕЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ

П.С. Кладовщикова, В.В. Демина

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
МАОУ «Средняя политехническая школа №33»
309516, Россия, г. Старый Оскол*

Аннотация. В статье рассматривается значимость проблемы безработицы в России, описывается вклад отечественных и зарубежных ученых в изучение причин безработицы и поиск их решения, представлены и проанализированы данные Федеральной государственной статистики в области занятости населения как в целом по стране, так и в Белгородской области, описаны методы государственной поддержки в борьбе с безработицей.

Ключевые слова: безработица, занятость, государственная политика, экономический кризис, анализ.

THE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF UNEMPLOYMENT IN RUSSIA AND WAYS OF ITS OVERCOMING

P. Kladovschikova, V. Demina

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Abstract. The article discusses the importance of the problem of unemployment in Russia, describes the contribution of domestic and foreign scientists in the study of the causes of unemployment and the search for solutions, presents and analyzes the data of Federal state statistics in the field of employment of the population as a whole in the country and in the Belgorod region, describes the methods of state support in the fight against unemployment.

Keywords: unemployment, employment, public policy, economic crisis, analysis.

Большое количество зарубежных и отечественных ученых, экономистов, дипломатов исследовали проблему безработицы с различных сторон. Благодаря А.Смиту, Д.Риккардо, Дж. М. Кейнсу были исследованы инструменты совершенствования и регулирования проблем занятости, анализ ее динамики и способы устранения. Среди российских ученых, проблемами нестабильности рабочей силы занимались А.А Разумов, В.И. Плакся, Р.И. Капелюшников, Е.Г. Ефимова.

Ученые пытались воссоздать идеальную картину «полной занятости», которая частично была достигнута при социалистическом строе. Осмысление происходящих изменений в современном производстве дает все основания для вывода о том, что оно значительно отличается от индустриального типа хозяйства существовавшего в предыдущие столетия [3]. На современном этапе, когда научно-техническое развитие набирает обороты, заставляя быстрыми темпами меняться мир возле себя, факторы, которые обуславливают безработицу, также подвержены постоянному изменению, что требует глубокого анализа и поиска устранения причин занятости и безработицы.

Проанализируем данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации для анализа уровня безработицы в целом по России, а также детально рассмотрим уровень безработицы в Белгородской области.

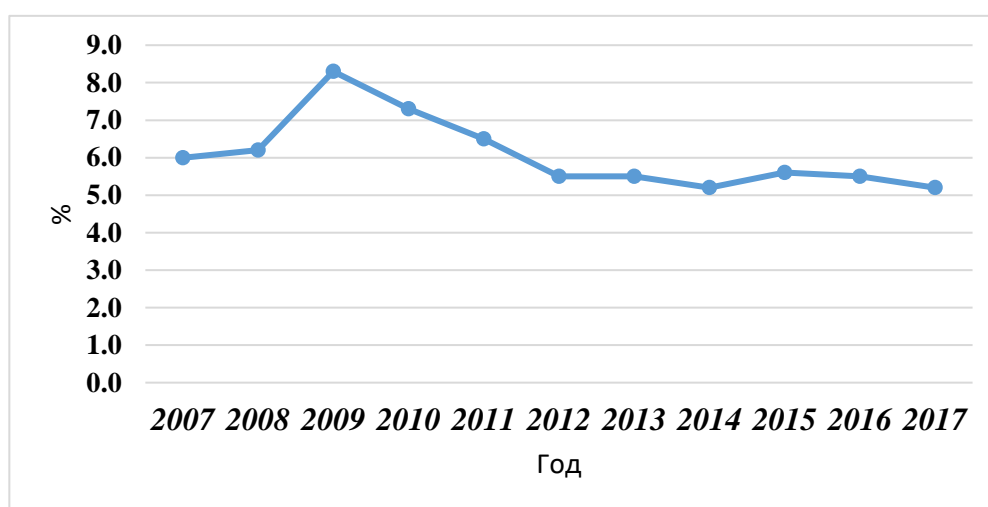


Рис.1 – Уровень безработицы населения в возрасте 15-72 лет в Российской Федерации с 2007 по 2017 год [5]

В Российской Федерации по данным Росстата за последние 10 лет был как подъем, так и повышение уровня безработицы (рис.1). В 2009 году наблюдается пик уровня безработицы, он составил 8,3%. Кризис 2008-2009 года принес ряд сокращений затрат предприятий на оплату труда работников, соответственно начались массовые увольнения, а также просто сокращение штата и банкротство предприятий. После преодоления кризиса, уровень безработицы также не покидает высокую планку. Каждый шестой человек попал под определение «безработный». С 2014 года ситуация немного улучшается, но все же ряд профессий уже из-за динамичного информационного развития остается невостребованной.

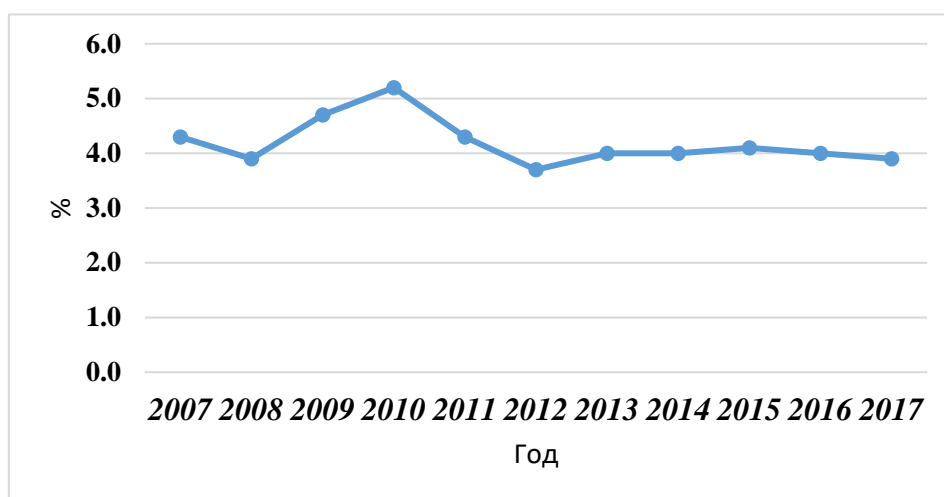


Рис.2 – Уровень безработицы населения в возрасте 15-72 лет в Белгородской области с 2007 по 2017 год [5]

Исследование динамики безработицы важно не только на федеральном, а также на региональном уровне. Проведем анализ уровня безработицы в Белгородской области с 2007 по 2017 год (рис.2). Согласно данным, которые предоставляет Росстат, численность безработных в Белгородской области на конец 2017 года составляет 3,9%. Также, под влиянием событий 2009 года, кризиса, падения курса рубля, сокращения штата на предприятиях можно наблюдать повышение уровня безработицы. Однако, за последние 3 года показатель снижает свои обороты, говоря о высокой занятости в области. В числе занятых преобладает мужской пол, сред и которых специалистами высшего уровня квалификации являются 17%, руководители 6%. Среди женщин, около 30% имеют высший уровень квалификации.

Государство, преодолев кризис 2008-2009 года, объявило программу борьбы с безработицей, которая направлена на устранение последствий экономического спада. Данная программа включает несколько пунктов:

1) Создание новых рабочих мест. Государство выделяет около 6 млрд на развитие и поддержку индивидуального предпринимательства. В результате этой меры, около 100 тысяч человек смогли преодолеть безработицу.

2) Пособия по безработице. После кризиса государство увеличивает размеры социальных выплат. Данная мера позволяет поддержать в обществе благоприятный социальный климат, однако не стимулирует к поиску работы, а наоборот уменьшают мотивацию к труду.

3) Кредит для собственного бизнеса. Кредит дается лишь на некоторых условиях – создание дополнительных рабочих мест для себя и для новых работников. Такая мера получила название «программа самозанятости».

4) Предоставление рабочих мест выпускникам ВУЗов и ССУЗов. Предоставление стажировок на предприятиях для только что окончивших ВУЗ студентов также является одной из мер снижения социальной напряженности в обществе. Однако данная мера не сильно приветствуется, так как работодатели платят студентам не высокую заработную плату.

Таким образом, проблема безработицы является одной из главных составляющих экономической системы Российской Федерации. Оставив ее без внимания, можно привести к разладу в экономической системе страны и нарушить ее деятельность. Именно поэтому, изучение причин безработицы, а главное нахождение решения этих проблем требует к себе большого внимания и быстрого принятия соответствующих мер.

Список литературы

1. Ефимова Л.А. Занятость и безработица в России // Региональная экономика. 2015. № 20. С. 14-22.
2. Разумов А.А. Нестандартная занятость как форма использования рабочего времени (российский и зарубежный опыт) / А.А. Разумов, И.В. Цыганкова, Г.В. Антонова, О.Ю. Никишина. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2017. -171с.
3. Демина В.В., Рассолов В.М. Особая природа ресурсов информационного общества // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 93.
4. Лайкам К. Структурный анализ занятости и безработицы //Человек и труд. 2010.№8. С.14-17.
5. Россия в цифрах. 2017: Крат.стат.сб. М.: Росстат, 2017. 543 с.
6. Сыроежкин А.И. Проблема бедности и социально-экономическая политика государства по ее преодолению в России // Отечественный журнал социальной работы. 2011. № 3. С. 41-51.

ФОРМИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОЙ СТРАТЕГИИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.Г. Кобзева

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГОУ ВО
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Старый Оскол, e-
mail: kobzreva.ann@gmail.com*

Аннотация. Данная статья посвящена рассмотрению методики формирования конкурентной стратегии позиционирования деятельности предприятия, которая базируется на оценке внутреннего потенциала предприятия. В свою очередь исследование внутреннего потенциала предприятия основано на анализе конкурентных, сбытовых и финансовых возможностях деятельности, что позволит выбрать наиболее подходящую конкурентную стратегию позиционирования.

Ключевые слова: стратегия; конкурентоспособность; конкурентная стратегия; конкурентные возможности; сбытовые возможности; финансовые возможности; финансовый потенциал предприятия.

THE FORMATION OF A COMPETITIVE POSITIONING STRATEGY ACTIVITIES OF THE ENTERPRISE

A. Kobzeva

Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol

Annotation. This article is devoted to the consideration of the methodology for the formation of a competitive strategy for positioning an enterprise, which is based on an assessment of the internal potential of an enterprise. In turn, the study of the internal potential of the enterprise is based on an analysis of the competitive, sales and financial possibilities of the activity, which will allow you to choose the most suitable competitive positioning strategy.

Keywords: strategy; competitiveness; competitive strategy; competitive opportunities; sales opportunities; financial opportunities; financial potential of the enterprise.

В условиях рыночной экономики для успешного функционирования и развития предприятия требуется определение эффективной конкурентной стратегии позиционирования деятельности. Под конкурентной стратегией понимается совокупность правил и инструментов, которые следует применять предприятию для усиления конкурентных преимуществ на соответствующем рынке на долгосрочную перспективу [1].

Рассмотрим процесс выбора конкурентной стратегии позиционирования деятельности на примере АО «Оскольский электрометаллургический комбинат» (АО «ОЭМК»).

Выбор конкурентной стратегии базируется на оценке внутреннего потенциала предприятия, который объединяет конкурентные, сбытовые и финансовые возможности предприятия. Рассмотрим порядок оценки каждого из данных параметров.

Оценку конкурентных возможностей следует производить с двух позиций: оценка конкурентного потенциала и оценка имеющихся в распоряжении ресурсов.

Каждая из двух позиций объединяет совокупность критериев. На основе экспертных оценок определена значимость каждого из критериев. Затем экспертная группа по каждому критерию конкурентных возможностей АО «ОЭМК» присваивает балл от 1 до 5, на основе которых рассчитывается средняя оценка экспертов как среднее арифметическое экспертных оценок. Далее определяется взвешенная оценка критерия как произведение значимости критерия на среднюю оценку экспертов (таблица 1).

Таблица 1 – Параметры оценки конкурентных возможностей АО «ОЭМК»

Оценка конкурентного потенциала				Оценка ресурсов			
Критерии оценки	Значимость критерия	Средняя оценка экспертов	Взвешенная оценка	Критерии оценки	Значимость критерия	Средняя оценка экспертов	Взвешенная оценка
1	2	3	4	5	6	7	8
Продукция	0,101	4,5	0,456	Уровень менеджмента	0,100	4	0,400
Ассортимент	0,080	3,75	0,300	Уровень технологии	0,081	4,25	0,345
Качество продукции	0,154	4,5	0,692	Уровень квалификация персонала	0,159	4,75	0,754
Цена продукции	0,151	4	0,605	Отношения с поставщиками	0,151	5	0,756
Оформление заказов	0,021	4	0,085	Уровень НИОКР	0,021	3,5	0,074
Эксплуатационные параметры продукции	0,140	4,75	0,665	Наличие отличительной бизнес идеи, ноу-хау	0,135	3,5	0,473
Сервисное обслуживание	0,083	3,5	0,289	Инновационный потенциал	0,078	3,5	0,271
Условия и формы оплаты	0,128	5	0,638	Наличие в собственности или в безвозмездном пользовании необходимых ресурсов	0,133	4,75	0,629

Экологические характеристики деятельности	0,088	3,25	0,284	Уровень организации логистики	0,084	4	0,335
Узнаваемость марки	0,034	5	0,169	Каналы распределения	0,033	4	0,130
Вертикальная интеграция	0,021	5	0,106	Уровень организационной культуры	0,026	4	0,105
Средневзвешенная оценка конкурентного потенциала ($R_{кп}$)			4,288	Средневзвешенная оценка ресурсов (R_p)			4,273

На основе средневзвешенных оценок конкурентного потенциала и ресурсов рассчитывается интегральная оценка конкурентных возможностей по формуле:

$$R_{кв} = \min \{R_{кп}, R_p\} \quad (1)$$

Таким образом, интегральная оценка конкурентных возможностей АО «ОЭМК» составляет 4,273, следовательно, конкурентные возможности оцениваются как благоприятные.

При оценке сбытовых возможностей АО «ОЭМК» необходимо сопоставить доли рынка исследуемого предприятия с его конкурентами. Основной хозяйственной деятельностью АО «ОЭМК» является производство окатышей (4 млн. тонн по итогам 2017 г.), стали (3,481 млн. тонн по итогам 2017 г.), прямовосстановленного железа (3 млн. тонн по итогам 2017 г.) [2]. Проведем оценку сбытовых возможностей АО «ОЭМК» по производству стали (таблица 2) [3].

Таблица 2 – Оценка сбытовых возможностей АО «ОЭМК» в 2017 г.

№ п/п	Наименование предприятия	Объем производства стали, млн. тонн	Доля на российском рынке, %
1	ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат»	13,2	18,51
2	ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат»	12,86	18,04
3	ПАО «Северсталь»	11,651	16,34
4	ПАО «Мечел»	4,274	5,99
5	АО «ОЭМК»	3,481	4,88
Объем производства в России		71,3	100

На основе данных таблицы 4 построим график (рисунок 1).

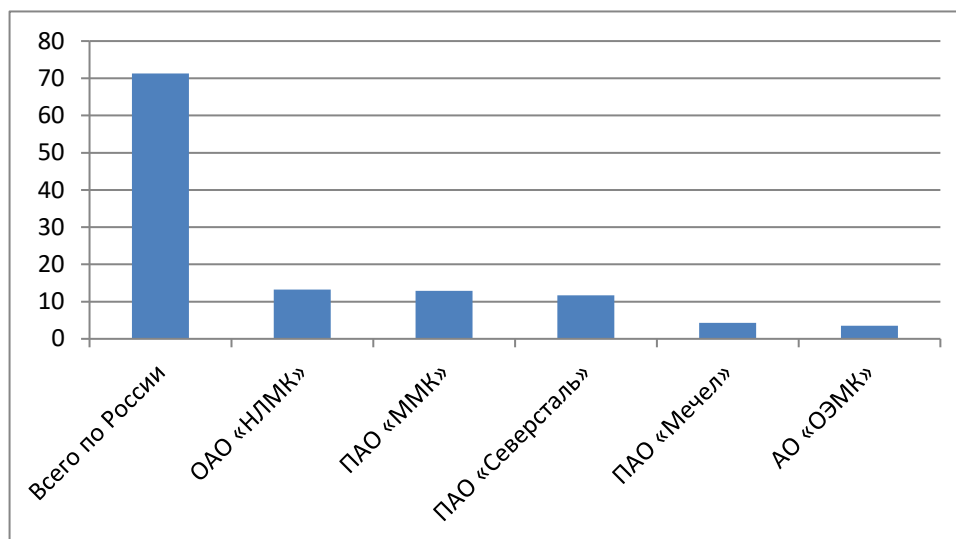


Рис. 1. Объем производства стали, млн. тонн

Из рисунка видно, что АО «ОЭМК» входит в число крупнейших производителей стали в России. На АО «ОЭМК» приходится 4,88% российского производства стали.

Для оценки финансовых возможностей необходимо рассчитать финансовые показатели, которые характеризуют финансовый потенциал предприятия.

Под финансовым потенциалом предприятия понимается система экономических отношений, складывающаяся по поводу достижения максимального финансового результата, а также, представляющая совокупность финансовых и экономических ресурсов предприятия, направленных на повышение финансовой устойчивости, прибыльности и ликвидности [4].

Для оценки финансового потенциала предприятия необходимо провести анализ основных показателей, характеризующих ликвидность, платежеспособность и финансовую устойчивость предприятия, представленных в таблице 3.

Таблица 3 - Рейтинговая оценка финансового потенциала предприятия по финансовым показателям

Наименование показателя	Высокий уровень финансового потенциала	Средний уровень финансового потенциала	Низкий уровень финансового потенциала
Показатели ликвидности			
Коэффициент текущей ликвидности	> 2,0	1,0 – 2,0	< 1,0
Коэффициент срочной ликвидности	> 0,8	0,4 – 0,8	< 0,4
Коэффициент абсолютной ликвидности	> 0,2	0,1 – 0,2	< 0,1
Показатели экономической деловой активности			

Наименование показателя	Высокий уровень финансового потенциала	Средний уровень финансового потенциала	Низкий уровень финансового потенциала
Рентабельность совокупных активов	> 0,15	0– 0,15	< 0
Рентабельность продукции	> 0,2	0– 0,2	< 0
Рентабельность продаж	> 0,2	0– 0,2	< 0
Показатели финансовой деловой активности			
Коэффициент общей оборачиваемости капитала	> 1,4	0,1–1,4	< 0,1
Показатели финансовой устойчивости			
Коэффициент обеспеченности собственными средствами	> 0,2	0,1 – 0,2	< 0,1
Коэффициент маневренности	> 0,5	0,2– 0,5	< 0,2
Коэффициент автономии	> 0,5	0,3 – 0,5	< 0,3

Характеристика уровней оценки финансового потенциала предприятия представлена в таблице 4 [5, 6].

Таблица 4 - Характеристика уровней финансового потенциала предприятия

Уровень финансового потенциала предприятия	Краткая характеристика
Высокий	Деятельность организации прибыльна. Финансовое положение стабильно.
Средний	Деятельность организации прибыльна, однако финансовая стабильность во многом зависит от изменений, как во внутренней, так и во внешней среде.
Низкий	Организация финансово нестабильна.

На первоначальном этапе на основе данных бухгалтерской отчетности необходимо определить значения финансовых показателей, по которым будет осуществляться оценка финансового потенциала АО «ОЭМК». Рассчитанные значения показателей заносятся в таблицу 5.

Таблица 5 - Динамика показателей финансового потенциала АО «ОЭМК»

Наименование показателя	2016 год	2017 год
Показатели ликвидности		
Коэффициент текущей ликвидности	1,366	1,724
Коэффициент срочной ликвидности	0,775	0,975
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,764	0,963
Показатели экономической деловой активности		

Рентабельность совокупных активов	0,231	0,126
Рентабельность продукции	0,279	0,318
Рентабельность продаж	0,203	0,225
Показатели финансовой деловой активности		
Коэффициент общей оборачиваемости капитала	0,606	0,895
Показатели финансовой устойчивости		
Коэффициент обеспеченности собственными средствами	-2,119	-1,538
Коэффициент маневренности	-6,341	-13,862
Коэффициент автономии	0,097	0,042

По полученным таблицы 5 необходимо построить кривую финансового потенциала АО «ОЭМК» с соотнесением определенного показателя с уровнем финансового потенциала (таблица 6).

Таблица 6 - Кривая финансового потенциала АО «ОЭМК» за 2016-2017 гг.

Наименование показателя	2016 год			2017 год		
	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
Коэффициент текущей ликвидности						
Коэффициент срочной ликвидности						
Коэффициент абсолютной ликвидности						
Рентабельность совокупных активов						
Рентабельность продукции						
Рентабельность продаж						
Коэффициент общей оборачиваемости капитала						
Коэффициент обеспеченности собственными средствами						
Коэффициент маневренности						
Коэффициент автономии						

Значения большинства показателей за 2016-2017 гг. соответствуют среднему и высокому уровням, однако, по 4 показателям наблюдается низкий уровень, в связи с чем, финансовые возможности АО «ОЭМК» оцениваются как недостаточно благоприятные.

На основе сочетания конкурентных, сбытовых и финансовых возможностей предприятия проводится выбор конкурентной стратегии позиционирования (таблица 7).

Таблица 7- Выбор конкурентной стратегии позиционирования

Стратегия / возможности	Конкурентные возможности	Финансовые возможности	Сбытовые возможности
Лидерство издержкам	Благоприятные	Благоприятные/ Неблагоприятные	Доля предприятия \geq доли конкурентов
	Неблагоприятные	Благоприятные	Доля предприятия $<$ доли конкурентов
Дифференциация	Благоприятные	Благоприятные/ Неблагоприятные	Доля предприятия $<$ доли конкурентов
Фокусирование	Неблагоприятные	Неблагоприятные	Доля предприятия $<$ доли конкурентов

Учитывая вышеизложенное, можно заключить, что АО «ОЭМК» следует придерживаться стратегии дифференциация. Содержание данной стратегии заключается в том, что предприятию следует индивидуализировать свою продукцию для того, чтобы она отличалась от продукции конкурентов и, таким образом, стала более привлекательной для потребителей. Целью стратегии дифференциации является достижение конкурентного преимущества путем создания продуктов или услуг, которые воспринимаются потребителями как уникальные.

Список литературы

1. Карпов Э.А., Кобзева А.Г. Управление нематериальными активами фирмы для увеличения ее конкурентоспособности и устойчивого развития // Международный журнал экспериментального образования, 2012. С. 47-49.

2. Философия партнерства: вместе сильнее. Годовой отчет 2017 Металлоинвест. [Электронный ресурс]. URL: http://www.metalloinvest.com/upload/iblock/351/metalloinvest_ar17_rus.pdf (дата обращения: 03.09.2018).

3. Обзор рынка черной металлургии Исследовательский центр компании «Делойт» в СНГ Москва, второе полугодие 2017 года [Электронный ресурс]. URL: http://ru.investinrussia.com/data/files/sectors/0_overview-of-steel-and-iron-market.pdf (дата обращения: 05.09.2018).

4. Карпова Н.В., Полева Н.А., Кобзева А.Г., Селютина Н.В. Маржинальный подход к анализу, контролю и управлению издержками на предприятии // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции, Том III, 25-27 ноября 2015 г., Старый Оскол. 2015. С.145-151.

3. Философия партнерства: вместе сильнее. Годовой отчет 2017 Металлоинвест. [Электронный ресурс]. URL:

http://www.metalloinvest.com/upload/iblock/351/metalloinvest_ar17_rus.pdf (дата обращения: 03.09.2018).

4. Обзор рынка черной металлургии Исследовательский центр компании «Делойт» в СНГ Москва, второе полугодие 2017 года [Электронный ресурс]. URL: http://ru.investinrussia.com/data/files/sectors/0_overview-of-steel-and-iron-market.pdf (дата обращения: 05.09.2018).

5. Фомин П.А., Старовойтов М.К. Особенности оценки производственного и финансового потенциала промышленных предприятий. [Электронный ресурс]. URL: http://www.mirkin.ru/_docs/articles03_121.pdf (дата обращения: 10.09.2018).

6. Демина В.В., Фазылов А.М. Оценка процентного риска как один из элементов политики управления // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2015. № 2. С. 128-132.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО РИСКА ПРЕДПРИЯТИЯ

М.В. Ровенских

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный
исследовательский технологический университет «МИСиС»
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42*

*Аннотация. В статье рассмотрен подход к оценке логистического риска предприятия
с\через оценку его составляющих с использованием теории нечетких множеств.*

Ключевые слова: логистический риск, теория нечетких множеств, лингвистическая
переменная, нечеткое множество, функция принадлежности.

THE USE OF THE THEORY OF FUZZY SETS TO ESTIMATE THE LOGISTIC RISK OF THE ENTERPRISE

Rovenskih Marina Viktorovna

*Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) NUST «MISIS» Russia, Stary Oskol
Abstract. The article describes an approach to assessing the logistics risk of an enterprise with
through the assessment of its components using the theory of fuzzy sets.*

Keywords: : *logistical risk, theory of fuzzy sets, linguistic variable, fuzzy set,
membership function.*

Риск, являющийся неотъемлемой частью логистической деятельности предприятия, не всегда может быть оценен количественными показателями. Очень часто в оценках присутствует качественная составляющая: высокий, катастрофический или приемлемый риск. Инструментом, который позволяет использовать в оценках как качественные, так и количественные показатели является теория нечетких множеств или нечеткой логики.

Теория нечетких множеств используется, когда ряд параметров, необходимых для принятия решений, оказывается недоступным для точного измерения, и тогда в его оценке неизбежно появляется субъективный компонент, выражаемый нечеткими оценками типа «высокий», «низкий», «критический», «значительный», «допустимый», «маловероятный», «приемлемый» и т.д. Появляется то, что в науке описывается как лингвистическая переменная со своим множеством значений, а связь количественного значения некоторого фактора с его качественным лингвистическим описанием задается так называемыми функциями m -принадлежности фактора нечеткому множеству [1].

Процесс оценки уровня логистического риска предприятия (ЛРП) рассматривается как процедура проведения экспертного моделирования слабоформализуемых и неформализуемых параметров внешней и внутренней среды и применения формальных методов упорядочения экспертных оценок для построения математической модели многокритериального выбора путем компьютерной реализации принципа свертки, адаптированного к количеству и квалификации экспертов.

Модель оценки уровня ЛРП может быть представлена в виде следующего алгоритма (рис. 1).

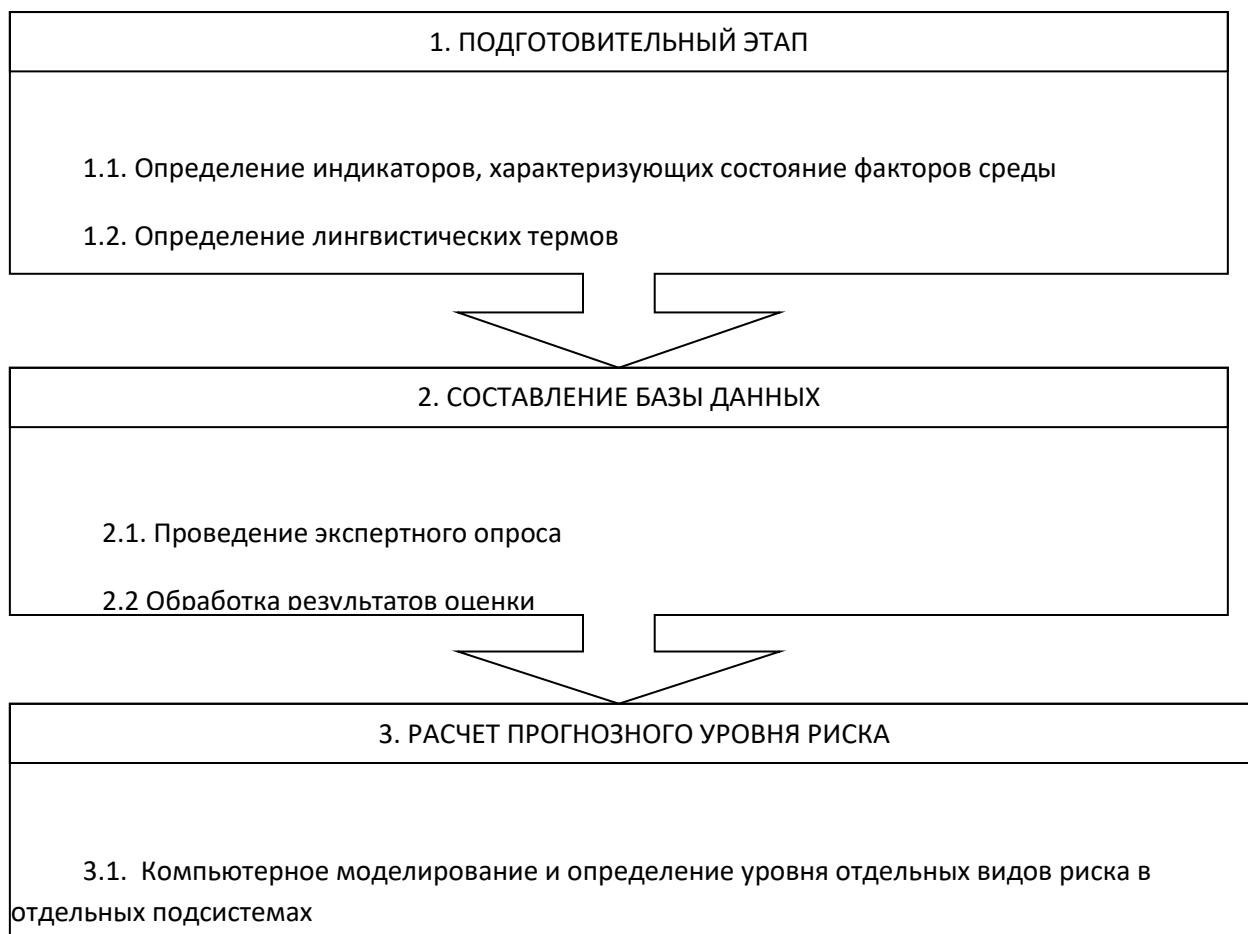


Рис. 1. Алгоритм оценки уровня ЛРП

Построение модели начинается с оценки состояния факторов среды, определяющих уровень ЛРП. Для этого определяются индикаторы факторов среды, по которым будет проводиться оценка. Так как на уровень ЛРП влияют как внутренние, так и внешние факторы, то в оценках используется вся совокупность факторов среды. Желательно по каждому фактору среды, вошедшему в состав профиля ЛРП при идентификации выделить 5-7 индикаторов оценки.

Введем лингвистическую переменную «Уровень индикатора» с подмножествами «Очень низкий уровень», «Низкий уровень», «Средний уровень», «Высокий уровень»,

«Очень высокий уровень» и введем носитель x – отрезок вещественной оси $[0,1]$ (далее по тексту – 01-носитель), на котором определим набор функций принадлежности по всем выделенным подмножествам лингвистической переменной «Уровень индикатора».

Целесообразно, чтобы такие функции принадлежности имели трапециевидальный вид (рис.1). Верхнему основанию трапеции соответствует 100%-ая уверенность эксперта в принадлежности уровня фактора выбранному нечеткому подмножеству (проекция верхнего основания трапеции на область определения носителя образует интервал достоверности). По мере удаления от интервала достоверности уверенность эксперта в классификации снижается до нуля, что выражают боковые ребра трапеции. Проекция этих ребер на область определения носителя дает два интервала неуверенности. Все остальные интервалы в области определения носителя формируют объединенный интервал недостоверности (эксперт 100%-но уверен, что эти уровни не принадлежат данному нечеткому подмножеству) [2].

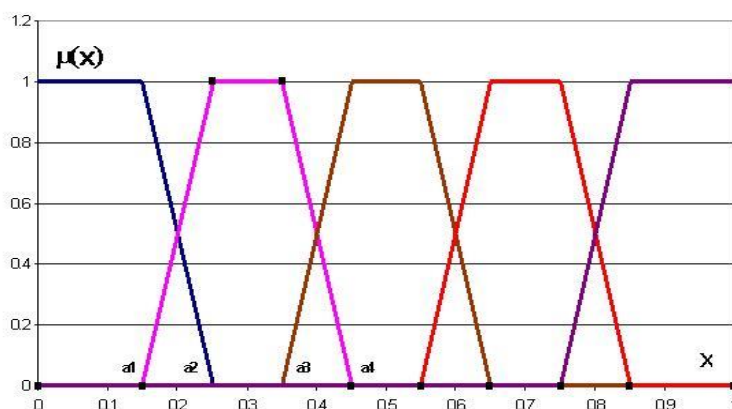


Рис. 2. Функции принадлежности лингвистической переменной «Уровень индикатора»

Далее проводится процедура экспертного оценивания уровня индикаторов.

Процедура экспертной оценки уровня ЛРП является многоуровневой и предусматривает несколько этапов. Основными из них являются:

1. Формулировка цели экспертного опроса.
2. Подбор состава основной экспертной рабочей группы.
3. Разработка подробного сценария проведения сбора и анализа экспертных мнений (оценок).
4. Подбор экспертов в соответствии с их компетентностью и формирование экспертной комиссии.
5. Технологическая подготовка, проведение сбора экспертной информации.
6. Обработка результатов экспертизы.

7. Обобщение и интерпретация полученных результатов, подготовка официального заключения.

Эксперты пользуются лингвистической шкалой. Для сопоставления качественных и количественных значений можно использовать шкалу Харрингтона, состоящую из пяти интервалов:

очень высокий уровень - ($x = 1,0 - 0,8$);

высокий уровень ($x = 0,8 - 0,63$);

средний уровень ($x = 0,63 - 0,37$);

низкий уровень ($x = 0,37 - 0,2$);

очень низкий уровень ($x = 0,2 - 0,00$).

Вербальные оценки затем приводятся к виду нечетких трапециевидальных чисел. При оценивании показателей эксперты задают нижние – пессимистические оценки $a_1^{(i)}$, верхние – оптимистические оценки $a_4^{(i)}$ и интервалы наиболее ожидаемых (возможных) значений исследуемых параметров ($a_2^{(i)}, a_3^{(i)}$), $i=1, \dots, n$, где n - число экспертов. Затем, для выполнения операций, связанных с определением обобщенного мнения экспертов, используются операции сложения и умножения нечетко-интервальных чисел:

$$A_{\alpha}^{(i)} = \begin{cases} [a_1^{(i)}(\alpha); a_4^{(i)}(\alpha)] & 0 \leq \alpha < 1 \\ [a_2^{(i)}; a_3^{(i)}] & \alpha = 1 \end{cases} \quad (1)$$

Дефазификацию результатов экспертной оценки, представленной в виде нечеткого трапециевидального числа, предлагается проводить по формуле:

$$\tilde{A} = \frac{a_1 + 2(a_2 + a_3) + a_4}{6} \quad (2)$$

Обобщенная оценка экспертов по каждому фактору среды, влияющему на уровень ЛРП, может быть определена либо как сумма дефазифицированных оценок каждого из экспертов, либо как сумма нечетких трапециевидальных оценок с последующей дефазификацией по формуле (2). Оба подхода дают одинаковый результат.

Вычисление многоуровневой агрегированной оценки факторов среды, влияющих на уровень ЛРП предлагается выполнять по следующей формуле:

$$J = \sum_{j=1}^m \left[k_j * \sum_{i=1}^n (x_i * a_i) \right] = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (x_i * a_i * k_j) \quad (3)$$

где J - агрегированная оценка; x_i – экспертная оценка i -го критерия в j -ой группе, представленная в виде дефазифицированного нечеткого трапециевидального числа, скорректированная с учетом коэффициента компетентности экспертов; a_i - удельный вес i -го критерия в j -ой группе; k_j - удельный вес j -ой группы критериев; i - номер текущего

критерия в j -ой группе; j - номер текущей группы критериев; m - количество групп критериев; n - количество критериев в группе j .

Полученные агрегированные оценки, характеризующие состояние отдельных факторов среды, используются для определения уровня ЛРП. Возможный уровень риска по каждому фактору определяется как разница между 1 и агрегированной оценкой J .

Дальнейшие расчеты осуществляются с использованием стандартных программных продуктов, в частности, автором был использован пакет Fuzzy Logic Toolbox системы MATLAB.

Результаты расчетов уровня ЛРП для одного из предприятий г. Старый Оскол представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оценка уровня ЛРП

Вид риска	Значение	Оценка
1.Риски качества поступающих ресурсов	0,87	критический
2 Риски качества производства продукции	0,85	критический
3 Риск качества распределения продукции	0,79	значительный
4 Риск объема поставляемых ресурсов	0,52	допустимый
5 Риск объема производства	0,63	допустимый
6 Риск объема распределения	0,56	допустимый
7.Риск времени поставки ресурсов	0,68	допустимый
8.Риск времени производства продукции	0,59	допустимый
9.Риск времени выполнения заказа	0,61	допустимый
10.Риск стоимости поставки ресурсов	0,78	значительный
11.Риск стоимости производства	0,75	значительный
12.Риск стоимости распределения	0,64	допустимый
Риск качества поставки	0,82	критический
Риск объема поставки	0,69	допустимый
Риск времени поставки	0,68	допустимый
Риск цены поставки	0,73	значительный
Прогнозируемый уровень риска ЛС ПП	0,76	значительный

Для наглядного представления результатов оценки уровня ЛРП по отдельным его составляющим построим циклограмму (рис. 3).



Рис. 3. Циклограмма оценки уровня ЛРП

Наиболее высокая оценка риска качества (0,82) и цены поставки (0,73). Наиболее сложной для исследуемого предприятия является ситуация с обеспечением качества отгружаемой продукции. Риск закладывается еще на стадии закупки сырья и материалов и обусловлен их низким качеством. Существуют серьезные проблемы и в обеспечении качества в процессе производства.

Достаточно высоким является в системе и риск изменения затрат на осуществление логистических операций, что приводит к росту стоимости отгружаемой продукции. Исходя из этого, уровень риска возможного изменения цены находится на значительном уровне как в сфере снабжения и производства, так и в целом для потока.

Самый низкий уровень риска связан со временем выполнения операций по поставке продукции (0,68).

Общая оценка уровня ЛРП составляет 0,76, что соответствует в предлагаемой шкале градаций риска показателю «значительный». Реально существует ограниченное количество факторов среды, негативно влияющих на деятельность предприятия и его цепи поставки. Уровень риска может быть снижен до приемлемого путем разработки и реализации мероприятий по управлению ЛРП.

Список литературы

1. Андрейчиков, А. В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике/А. В.Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
2. Заде, Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений/Л. Заде. - М.: Мир, 1976. - 171с.
3. Недосекин, А.О. Нечетко-множественный анализ рисков фондовых инвестиций: монография / А.О.Недосекин. - СПб.: «Сезам», 2002. - 452 с.

**ПРОАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ
МЕНЕДЖЕРОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ КАК
ИНСТРУМЕНТАРИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ
СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

И.Ю. Усачева

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
309516, Россия, г. Старый Оскол usacheva.inna2017@yandex.ru*

Аннотация. В статье представлен обзор основных стратегических рисков горно-металлургических компаний за 2008-2017 гг., которые можно минимизировать с помощью совершенствования системы стратегического менеджмента. Автором особое внимание уделено системе стратегического менеджмента горно-металлургических предприятий, предложен механизм ее совершенствования на базе проактивного управления ключевыми компетенциями менеджеров стратегического уровня управления.

Ключевые слова: система стратегического менеджмента, ключевые компетенции, сбалансированная система показателей, ключевые показатели эффективности.

**PRO-ACTIVE MANAGEMENT OF CORE COMPETENCES MANAGERS OF
STRATEGIC LEVEL OF MANAGEMENT AS TOOLS OF IMPROVEMENT OF
SYSTEM OF STRATEGIC MANAGEMENT OF THE MINING AND METALS
COMPANIES**

I. Usacheva

*Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch) of NUST «MISIS»
Russia, Stary Oskol*

Abstract. In the article have been presented the review of the main strategic risks of the mining and metals companies for 2008-2017, which will have been minimized by means of improvement of system of strategic management. The author special attention have been paid to the system of strategic management of the mining and metals companies, have been offered the mechanism of her improvement on the basis pro-active management of core competences of managers of strategic level of management.

Keywords: system of strategic management, core competences, Balanced scorecard, Key performance indicators.

Необходимость качественных изменений, связанных с внедрением инновационных технологий и интеллектуализацией труда, является основополагающей задачей реализации модернизационного сценария долгосрочного развития российской экономики и достижения стратегических целей страны.

За последние 15 лет в развитии металлургической отрасли России наметилась тенденция осуществления значительных трансформаций, как в области организации технологических процессов, так и в сфере инвестиционной деятельности. Практическое использование прогрессивных технологий в рамках провозглашаемой четвертой промышленной революции предполагает разработку цифровых промышленных моделей, потенциальный эффект которых будет максимально реализован металлургической отраслью в части прогнозирования, контроля и стабилизации качества продукции, предиктивных текущих ремонтов и оптимизации логистики.

При этом, результаты ежегодных исследований компании «Эрнст энд Янг» (EY) «Бизнес-риски в горнодобывающей и металлургической отраслях» [1], основанные на интервьюировании лидеров отрасли и анализе деятельности горно-металлургических предприятий по всему миру, позволяют заключить, что лидирующие позиции в рейтинге стратегических бизнес-рисков отрасли на протяжении восьми лет занимают риски недостатка квалифицированных кадров и низкая производительность. Графическая иллюстрация динамики позиций указанных рисков в рейтинге отраслевых стратегических рисков в 2008-2017 гг. представлена на рисунке 1.



Составлено автором на основе источника [1]

Рисунок 1. Динамика позиций (место) бизнес-рисков «Недостаток квалифицированных кадров» и «Низкая производительность» в рейтинге стратегических рисков горнодобывающей и металлургической отраслях

Стоит отметить, что аналитики компании «Эрнст энд Янг» признают, что их рейтинг бизнес-рисков (топ-10) не является исчерпывающим, но позволяет сформировать динамическую модель стратегических вызовов для горно-металлургических предприятий.

На рисунке 1 видно, что в 2008 году на «пике экономического суперцикла» первое место среди стратегических бизнес-рисков в глобальном металлургическом секторе занимал риск «Недостаток квалифицированных кадров». В 2010-2012 гг. бизнес-риск, связанный с недостатком квалифицированных кадров, расположен на 2-м месте; в 2013 году ему присвоено 5-е место; в 2014 году – 9 место, что может свидетельствовать о постепенном улучшении ситуации с привлечением и удержанием в отрасли квалифицированного человеческого капитала. Однако в 2015 году проблемы привлечения высококвалифицированных специалистов проявились как составная часть нового консолидированного риска «Неготовность к будущему росту», которому бизнес-сообщество присвоило первое место в рейтинге. В 2016 году рейтинг риска «Неготовность к будущему росту» снизился до 6 места.

Анализируя данные на рисунке 1, отметим, что проблема повышения квалификации специалистов сохраняет за собой актуальные позиции в списке топ-10 основных отраслевых рисков в течение последних восьми лет, хотя в последнее время линия тренда изменила вектор движения из лидирующей в область медианы рейтинга.

Кроме того, на фоне относительной стабилизации проблем привлечения квалифицированных специалистов и повышения их квалификации с 2012 года возрастает значимость риска «Низкая производительность», который в 2013-2017 гг. не покидал границ тройки «лидеров» бизнес-рисков, т.е. решение проблемы недостаточной квалификации сотрудников путем активного их привлечения (и повышения квалификации) в краткосрочном периоде на более выгодных конкурентных условиях не детерминировало увеличения производительности и эффективности, а скорее наоборот.

Таким образом, одной из наиболее значимых задач для отраслевых предприятий является обеспечение высокого уровня квалификации и компетенций сотрудников на перманентной основе. При этом, темпы четвертой промышленной революции, экономический потенциал процесса «цифровизации» компаний горно-металлургической отрасли обуславливают необходимость разработки инструментов повышения эффективности деятельности и проактивных механизмов наращивания ключевых компетенций менеджмента компаний, которые обеспечат успешную имплементацию корпоративной стратегии и реализацию инновационных проектов.

Нам представляется, что в целях поиска и завоевания ниши в цепочке создания стоимости цифровой экономики, необходимо формировать и проактивно развивать

ключевые компетенции менеджеров стратегического уровня управления компании в системе стратегического менеджмента в интересах инновационного развития.

К менеджерам тактического уровня управления мы относим работников, которые занимаются выполнением текущих производственных задач, узконаправленными функциональными обязанностями в рамках структурного подразделения, которые обеспечивают рутинные бизнес-процессы компании посредством управления деятельностью работников, относящихся к категории специалистов, служащих и рабочих.

Менеджер стратегического уровня управления компании – руководитель, осуществляющий линейное и/или функциональное управление деятельностью менеджеров тактического уровня и занимающийся решением корпоративных задач по реализации стратегических целей компании.

Представляется целесообразным разделить компетенций руководителей на базовые компетенции, обеспечивающие успешное выполнение производственных и рутинных функциональных бизнес-процессов, и на ключевые компетенции, детерминирующие эффективную имплементацию стратегии на закрепленном уровне ее транслирования.

В силу ограниченности данной статьи и широкой степенью исследований в предыдущих, не будем подробно останавливаться на вопросе научного генезиса сущности компетенций. Отметим только, что с наступлением третьего этапа развития теории стратегического управления – ресурсной концепции – многочисленные современные исследования осуществляются в рамках дальнейшего совершенствования ресурсного подхода, согласно которому первоисточниками конкурентоспособности провозглашаются организационные способности компании по созданию и использованию ее ключевых компетенций [2, 3, 4, 5, 6, 7].

Результаты анализа трудов представителей ресурсного подхода позволяют сделать вывод, что ключевые компетенции организаций представляют собой инновационный симбиоз бизнес-технологий, знаний, специализированных навыков и нетривиальных методов работы, обеспечивающий производство продукции или оказание услуг, которые представляют ценность для конечных потребителей и отличаются наибольшей эффективностью.

Нам представляется, что, следуя основным постулатам ресурсного подхода, логично осуществить аппроксимацию концепции ключевых компетенций компании до уровня развития компетенций ее работников в целом, и менеджмента, в частности.

Мы определяем компетенции работников компании как поведенческие качества, базирующиеся на приобретенных в процессе образовательно-профессиональной

деятельности знаниях, умениях, навыках, а также на личностных и мотивационных особенностях, отражающие способность работника эффективно выполнять должностные обязанности.

Следовательно, менеджерам тактического уровня управления необходимо (и достаточно) обладать базовым набором компетенций, который отражается в модели компетенций, и проявлять их при решении текущих производственных задач.

Менеджерам стратегического уровня управления необходимо обладать преобразованными базовыми компетенциями – ключевыми компетенциями, которые соответствуют уникальности бизнеса компании и являются трудно имитируемыми для конкурентов, наименее подвержены рискам устаревания и замещения в условиях становления цифровой экономики и позволят обеспечить конкурентоспособность компании при глубинных инновационных преобразованиях.

Несмотря на широкое распространение современных исследований в области стратегического менеджмента, посвященных адаптации мировых практик и построению в отечественных компаниях сбалансированной системы показателей (Balanced Scorecard, BSC или ССП), впервые предложенной в 1992 г. Р.С. Капланом и Д.П. Нортеном; системы ключевых показателей эффективности (Key Performance Indicators, KPI), а также разработкам различных моделей компетенций, в настоящий момент остается неопределенной структурно-функциональная подчиненность этих процессов и степень их влияния на эффективность деятельности предприятий горно-металлургического комплекса в современных экономических условиях.

Таким образом, для отечественных предприятий горно-металлургического комплекса является актуальным совершенствование практического инструментария системы стратегического менеджмента на основе проактивного управления портфелем ключевых компетенций менеджеров стратегического уровня управления, заключающегося в оценке текущего состояния, превентивном предотвращении устаревания и распада ключевых компетенций, а также проактивном развитии новых для достижения будущих стратегических целей [8].

В качестве практического механизма реализации данного метода предлагается частично интегрировать стандартные процессы управления персоналом предприятия горно-металлургического комплекса в систему стратегического менеджмента посредством реинжиниринга системы сбалансированных показателей (BSC) и ключевых показателей эффективности (KPI), что позволит выявить имплицитные факторы увеличения производительности труда и снизит риски неэффективной и несвоевременной имплементации стратегии компаний.

Список литературы

1. Обзор «Эрнст энд Янг» «Бизнес-риски в горнодобывающей и металлургической отраслях: исследование за 2008-2017 годы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-top-10-business-risks-facing-mining-and-metals-2017-2018/\\$File/ey-top-10-business-risks-facing-mining-and-metals-2017-2018.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-top-10-business-risks-facing-mining-and-metals-2017-2018/$File/ey-top-10-business-risks-facing-mining-and-metals-2017-2018.pdf), свободный (дата обращения: 25.09.2018).
2. Катъкало В.С. Ресурсная концепция стратегического управления: генезис основных идей и понятий [Текст] // Вестник СПбГУ. Серия 8. – 2002. – Вып. 4. – С. 20–42.
3. Мильнер Б.З. Стратегическое управление: от искусства к научной дисциплине [Текст] // Экономическая наука современной России. – 2007. – № 3. – С. 144-149.
4. Попов С.А. Развитие мировых концепций современного стратегического менеджмента [Текст] // Менеджмент и бизнес-администрирование. – 2013. – Вып. 1. – С. 96-106.
5. Маркова В.Д., Кузнецова С.А. Стратегический менеджмент в экономике знаний [Текст] // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Социально-экономические науки. – 2015. – Т. 15. – Вып. 2. – С. 76–86.
6. Усачева И.Ю., Демина В.В. Содержание дефиниции «стратегический менеджмент» в процессе развития теории стратегического управления [Текст] // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2017. № 3. С. 61-69.
7. Демина В.В., Рассолов В.М. Особая природа ресурсов информационного общества // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 93.
8. Усачева И.Ю. Совершенствование системы стратегического менеджмента горно-металлургических предприятий на основе проактивного управления ключевыми компетенциями менеджеров стратегического уровня управления // Вестник Евразийской науки, 2018 №3, <https://esj.today/PDF/56ECVN318.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. яз. рус., англ.

ПРОЦЕССНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Н.И. Чупахина, Г.Б. Иванюхина

*Старооскольский технологический институт им А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"
Россия, Старый Оскол*

e-mail: st_chupahina@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена методология процессного бюджетирования (англ. activity based budgeting или АВВ), позволяющая не только управлять ресурсами предприятия, но и решать стратегические задачи.

Ключевые слова: процессно-ориентированное бюджетирование, учет затрат, вид деятельности, бизнес-процесс, экономический потенциал, себестоимость продукции, капиталоемкость.

PROCESS-ORIENTED BUDGETING AS AN INSTRUMENT MANAGEMENT TOOL

N.I. Chupahina, G. B. Ivanuhina

*Stary Oskol institute of technology in honor of A.A. Ugarov (branch) of federal state autonomous educational institution of high professional education National University of Science and Technology "MISIS"
Russia, Stary Oskol*

Abstract. The article discusses the process budgeting methodology (eng. Activity based budgeting or АВВ), which allows not only to manage the resources of an enterprise, but also to solve strategic tasks.

Key words: process-oriented budgeting, cost accounting, type of activity, business process, economic potential, production costs, capital intensity.

Несмотря на то, что бюджетирование как инструмент управления предприятием известен достаточно давно, но он до сих пор не исчерпал своих возможностей.

И в настоящее время, когда управление предприятием ориентировано на процессный подход, следует вести речь о процессно-ориентированном бюджетировании.

«Процессное бюджетирование (используется также термин процессно-ориентированное бюджетирование, англ. activity based budgeting или АВВ) - один из методов бюджетирования, основанный на процессном подходе, использующий процессы как один из основных аналитических разрезов и базу для измерения эффективности деятельности» [3].

С помощью процессного бюджетирования можно не только управлять ресурсами предприятия, но и решать стратегические задачи.

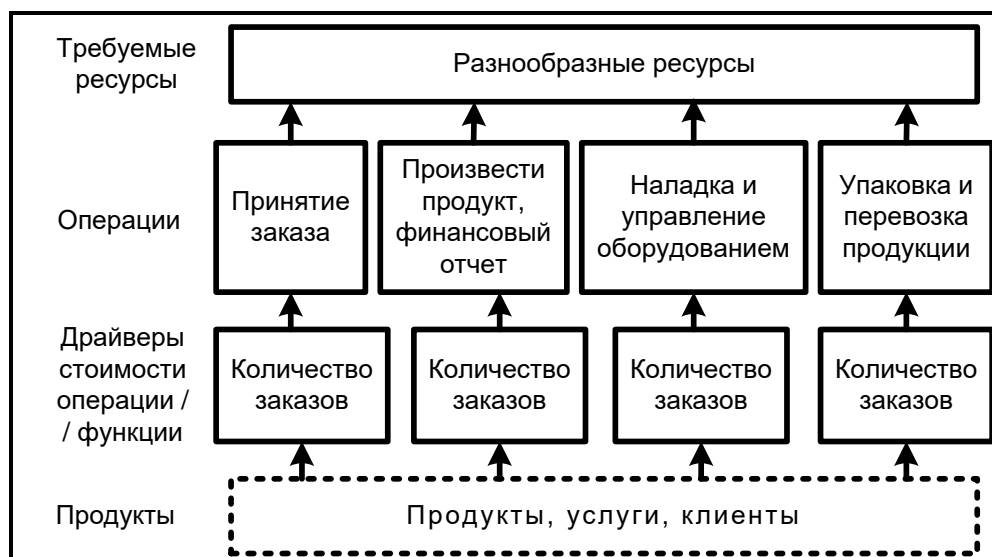


Рис. 1. Общая схема процессно-ориентированного бюджетирования (планирование предполагает движение от продуктов к ресурсам)

Создатели методологии процессного бюджетирования (ABB) – Роберт Каплан и Робин Купер являются и авторами методики ABC (Activity Based Costing) - учет затрат по видам деятельности [1,2].

Предварительно перед внедрением процессного подхода необходимо производственно-хозяйственную деятельность представить в виде бизнес-процессов (видов деятельности), сгруппированных по определенным признакам. Следующий шаг – обоснованный выбор драйверов и алгоритма распределения стоимости ресурсов по процессам (видам деятельности) (ABC метод).

И только после этого следует внедрять процессное бюджетирование с использованием программных средств, которые уменьшат трудоемкость внедрения и реализацию процессного бюджетирования и повысят гибкость системы бюджетирования в условиях постоянных изменений.

«Процессно-ориентированное бюджетирование (Activity based budgeting– ABB) (рис. 1) предполагает следующие основные этапы реализации:

1. Прогнозирование ожидаемого уровня производства и объема продаж на следующий период с разбивкой по продуктам и клиентам.
2. Прогнозирование потребностей в выполнении операций.
3. Вычисление потребностей в ресурсах для выполнения операций.
4. Определение реального наличия ресурсов для удовлетворения потребностей.
5. Определение практической ресурсной емкости операций» [3].

Использование OLAP-технологий позволяет получить данные о затратах в различных измерениях, в том числе и по бизнес-процессам.

Применение процессного бюджетирования на предприятии предоставляет следующие возможности: определение себестоимости любого процесса в различных измерениях; формирование структуры затрат на процессы; отслеживание направлений расходов по подразделениям и центрам ответственности;; наиболее точный расчет себестоимости за счет оптимально адаптированной к условиям предприятия методики ABC, выявления узких мест и неэффективных процессов за счет использования план-фактного анализа, внесения изменений в бюджетное планирование в оперативном режиме при несоответствии бюджетных показателей стратегии или возможностям предприятия.

«Экономическая целесообразность использования процессно-ориентированного бюджетирования может характеризоваться оценкой роста экономического потенциала EP (economic potential) предприятия

$$EP = f(IAR, C_p, C_r, W, I, AF) \rightarrow max,$$

где IAR (industrial area release) - капиталоемкость; Cp (costprice) - себестоимость продукция; Cr (contributor) - численность персонала; W (wages) - фонд оплаты труда; I(income) - выручка от реализации продукции в действующих ценах; AF (another factors) - прочие факторы.

Использование процессно-ориентированного бюджетирования будет считаться эффективным с точки зрения экономического потенциала, если будет достигнуто сокращение капиталоемкости, производственной себестоимости, численности персонала и фонда оплаты труда и увеличение выручки от реализации продукции» [4] .

И хотя процессно-ориентированное бюджетирование – достаточно трудоемкий процесс, но эффект от его внедрения неоспорим.

Процессное бюджетирование дает возможность оптимизировать деятельность предприятия, выявляя необходимость и ценность для предприятия определенных процессов, что, конечно же, повысит доходность предприятия в целом, а также способствует выявлению неэффективных бизнес-процессов, которые в дальнейшем можно реорганизовать в эффективные.

Список литературы

1. Robin Cooper and Robert S. Kaplan Activity-Based Systems : Measuring the Costs of Resource Usage) // URL <http://docplayer.net/29239714-Activity-based-systems-measuring-the-costs-of-resource-usage.html> (дата обращения 01.10.2018)
2. Activity-Based Management - An Overview. CIMA Technical Briefing April

2001 // URL: http://www.cima.org.uk/downloads/tec_briefing_abm.pdf (дата обращения 01.10.2018)

3. Чая В.Т., Чупахина Н.И. Перспективы развития управленческого учета /В.Т.Чая, Н.И. Чупахина //Экономический анализ: теория и практика. М., 2007, № 22

4. Манюшко Е.В. Процессно-ориентированное бюджетирование в промышленной компании [Текст]: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 / Е.В. Манюшко. - М., 2006. - 21 с. // URL: https://www.hse.ru/data/2009/11/25/1227621233/20091215_DM212-208-28_08-00-05_ManyushkoEV.pdf (дата обращения 01.10.2018)

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В УЧЕТНОЙ ПРАКТИКЕ

Н.И. Чупахина, Г.Б. Иванюхина

Старооскольский технологический институт им А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВПО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

Россия, Старый Оскол

e-mail: st_chupahina@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены современные инновационные методы (Activity Based Costing (ABC) и Activity Based Management (ABM)), связанные с учетом затрат и исчислением разного вида себестоимости, позволяющие реализовать процессный подход к управлению и способствующие принятию соответствующих управленческих решений.

Ключевые слова: метод, учет затрат, процессный подход, накладные расходы, виды деятельности, носители затрат, объект затрат, управление.

PROCESS APPROACH IN ACCOUNTING PRACTICE

N.I. Chupahina, G. B. Ivanuhina

Stary Oskol institute of technology in honor of A.A Ugarov (branch) of federal state autonomous educational institution of high professional education National University of Science and Technology "MISIS"

Russia, Stary Oskol

Abstract. *The article considers modern innovative methods (Activity Cosed (ABC) and Activity Based Management (ABM)) related to accounting for costs and calculating various types of costs, allowing to implement a process approach to management and facilitate the adoption of appropriate management decisions.*

Key words: *method, cost accounting, process approach, overhead, activities, cost objects, cost object, management.*

28 июля 2017 г. российское правительство утвердило систему реализации программы цифровой экономики в стране, целью которой является формирование полноценной цифровой среды. т.е. переход на новую стадию развития общества – Индустрию 4.0. Одним из главных условий перехода на уровень «Индустрия 4.0.» является цифровизация производства, т.е. фокусировка на автоматизации процессов, с целью сделать их более гибкими к изменениям внутренней и внешней среды, более эффективными.

А гибкость, прозрачность и эффективность производства обеспечивается процессным подходом к управлению.

Чтобы не оказаться в роли догоняющих, оставаться конкурентоспособными, руководство предприятия должно быть заинтересовано и понимало необходимость совершенствования как технологических процессов, так и учетных процессов путём внедрения современных инновационных методов, связанных с учетом затрат и исчислением разного вида себестоимости.

В настоящее время существует множество таких методов. Одними из них являются Activity Based Costing (ABC) [1,2] и Activity Based Management (ABM) [1,3] методы. ABC и ABM методы были разработаны американскими учёными Ричардом Купером и Робертом Капланом в конце 80-х годов XX века.

Учет затрат по видам деятельности (рис.2) в отличие от традиционной системы (рис.1) «определяет виды деятельности, которые вызывают возникновение затрат, и исследует основные драйверы (носители) затрат для этих видов деятельности. Когда виды деятельности и драйверы затрат определены, то данная информация может быть использована для того, чтобы отнести производственные накладные расходы на объекты затрат»[4].

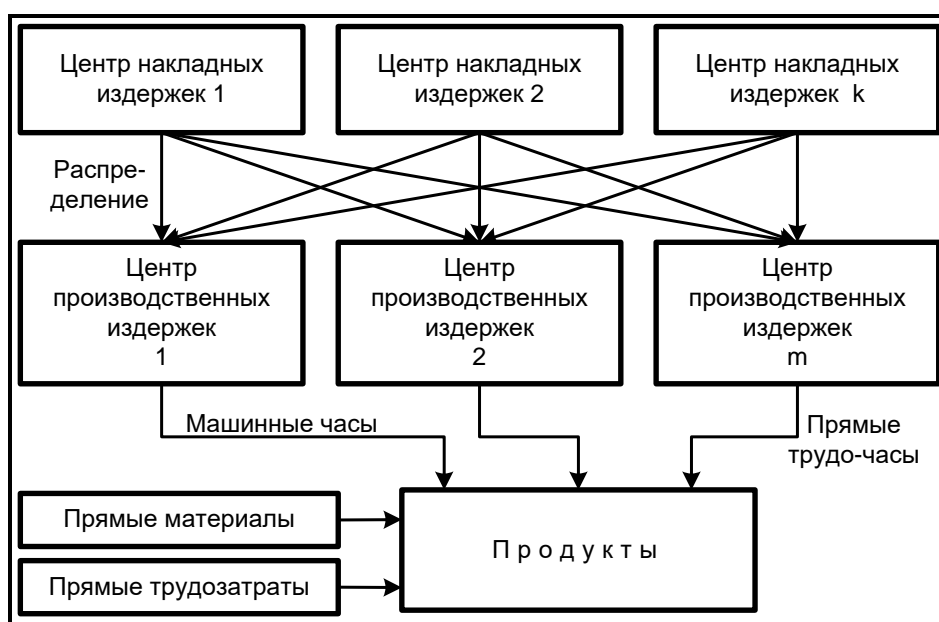


Рис. 1. Система учета и распределения затрат традиционная

Учет затрат по видам деятельности довольно трудоемкая процедура в связи с чем переходить на такой вид учета следует обоснованно.

Таковыми обоснованиями могут быть: значительно большие по объему (в денежном измерении) по сравнению с прямыми затратами производственные накладные расходы;

большой ассортимент производимых продуктов; разнообразие статей накладных расходов; отсутствие прямой зависимости потребления накладных расходов от объема производства.

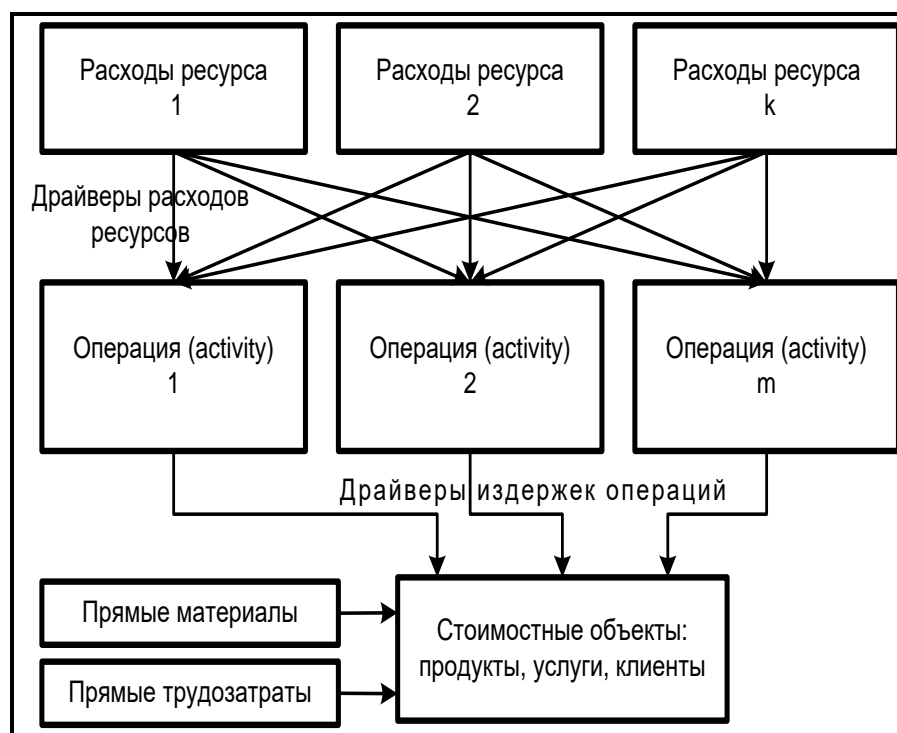


Рис. 2. Схема ABC метода (учет затрат по видам деятельности)

Следующий инновационный метод учета – это метод управления операциями или метод, сориентированный на процессное управление (Activity Based Management- АВМ) (рис. 3), который вместе с увеличением прибыли предприятия позволяет увеличить качество и полезность для потребителя.

АВМ метод, являясь системно интегрированным подходом, обязывает менеджеров сконцентрировать свое внимание на процессах / операциях / функциях, их результативности и эффективности, а следовательно на результативности и эффективности всего предприятия.

Следует отметить основное различие ABC и АВМ методов. Если АВМ метод позволяет снизить затраты, то ABC метод позволяет более точно и обоснованно распределить накладные расходы путем установления взаимосвязи между накладными расходами и операциями/функциями.

Вместе с тем ABC и АВМ методы тесно взаимосвязаны (рис. 3).

Эта взаимосвязь определяется тем, что снижение затрат можно добиться в случае понимания взаимосвязи между операциями/функциями и расходами. «Только после этого возможно эффективно управлять операциями для снижения издержек» [4].

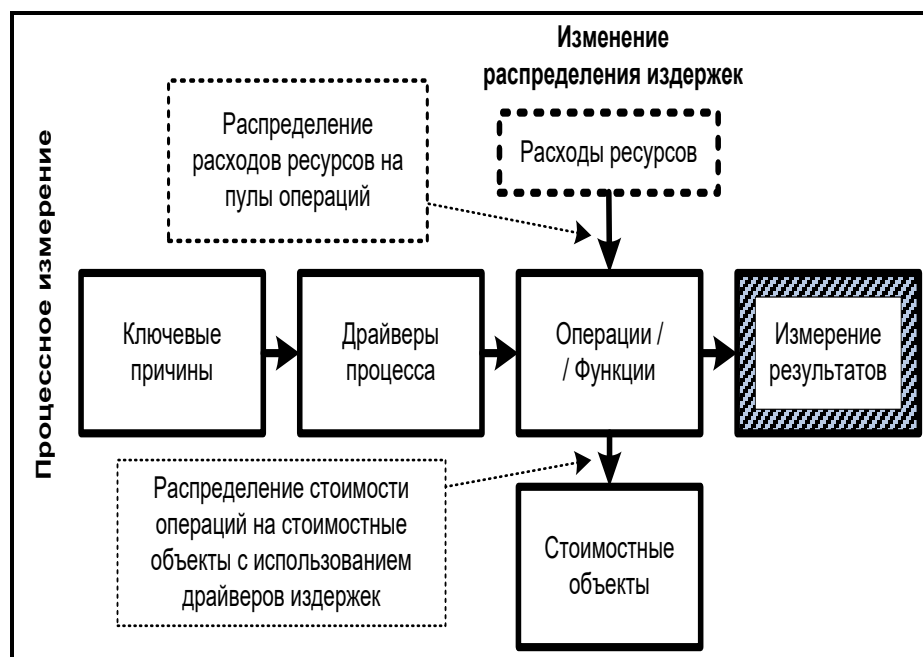


Рис. 3. Взаимосвязь ABC и ABM методов

ABM метод позволяет проводить анализ как стоимости процессов, так и затрат на продукт, как результата процесса.

Т.о., процессный подход к учету и распределению затрат позволяет наиболее объективно оценить стоимость отдельных операций и всего процесса в целом и принять соответствующее управленческое решение по данному процессу.

Список литературы

1. Robin Cooper and Robert S. Kaplan Activity-Based Systems : Measuring the Costs of Resource Usage) // URL <http://docplayer.net/29239714-Activity-based-systems-measuring-the-costs-of-resource-usage.html> (дата обращения 01.10.2018)
2. Ковалев С. Пооперационная калькуляция себестоимости (Activity Based Costing - ABC) // URL: <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=03> (дата обращения 01.10.2018)
3. Activity-Based Management - An Overview. CIMA Technical Briefing April 2001 // URL http://www.cima.org.uk/downloads/tec_briefing_abm.pdf (дата обращения 01.10.2018)
4. Чая В.Т., Чупахина Н.И. Перспективы развития управленческого учета /В.Т.Чая, Н.И. Чупахина //Экономический анализ: теория и практика. М., 2007, № 22

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ФИНАНСОВ

Шейна Светлана Анатольевна, председатель контрольно-счетной палаты
Старооскольского городского округа Белгородской области, Россия, г.Старый Оскол,
s-a-sheina@yandex.ru, тел.:+7-910-226-16-56

Аннотация: рассмотрены данные о самодостаточности и вкладе местных бюджетов в формирование доходной части государственного (федерального) бюджета по состоянию на 2016 год, построены структурно-логическая схема понятия «финансы» с точки зрения отношенческо-ресурсного контекста и схема понятия «бюджет» как системообразующей категории.

Ключевые слова: бюджетная система; финансы; финансовые ресурсы; финансовые отношения; институционально-правовой подход; приростно-равновесный подход; федеральный бюджет; муниципальные финансы.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF MUNICIPAL FINANCE

Sheina Svetlana, Chairman of the chamber of control and accounts of the Starooskolsky city district of the Belgorod region, Russia, Stary Oskol,
s-a-sheina@yandex.ru, tel:+7-910-226-16-56

Abstract: the data on the self-sufficiency and contribution of local budgets to the formation of the revenue part of the state (Federal) budget as of 2016 are considered, the structural and logical scheme of the concept of "Finance" in terms of the relative resource context and the scheme of the concept of "budget" as a system-forming category are constructed.

Keywords: budget system; Finance; financial resources; financial relations; institutional and legal approach; incremental-equilibrium approach; Federal budget; municipal Finance.

Реформы бюджетной системы Российской Федерации, которые были начаты в период перехода к рыночным отношениям, по настоящее время не завершены. Это связано, прежде всего с тем, что финансовые отношения, динамически эволюционируют, приобретая новые качества и структурируясь в новых организационных формах. Так, например, принятый почти 15 лет назад Федеральный закон «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации»:

- во-первых, должен был способствовать увеличению собственных налоговых, неналоговых (прочих) доходов местных (муниципальных) бюджетов;
- во-вторых, должен был обеспечить увеличение доли безвозмездных поступлений в местные бюджеты из бюджетов выше стоящих;
- в-третьих, должен был изменить ряд организационно- управленческих аспектов в части сокращения собственных расходных полномочий, увеличение

государственных полномочий с одновременным делегированием их на муниципальный (местный) уровень [2].

По данным на 2016 год финансовая самодостаточность муниципальных бюджетов (т.е. потребности финансирования местных расходов, обеспечиваемые налоговыми и неналоговыми поступлениями в муниципалитетах) составляет в среднем не более 50%, при этом вклад местных бюджетов в формирование государственного (федерального) бюджета составляет около 14% (рис. 1) [1].

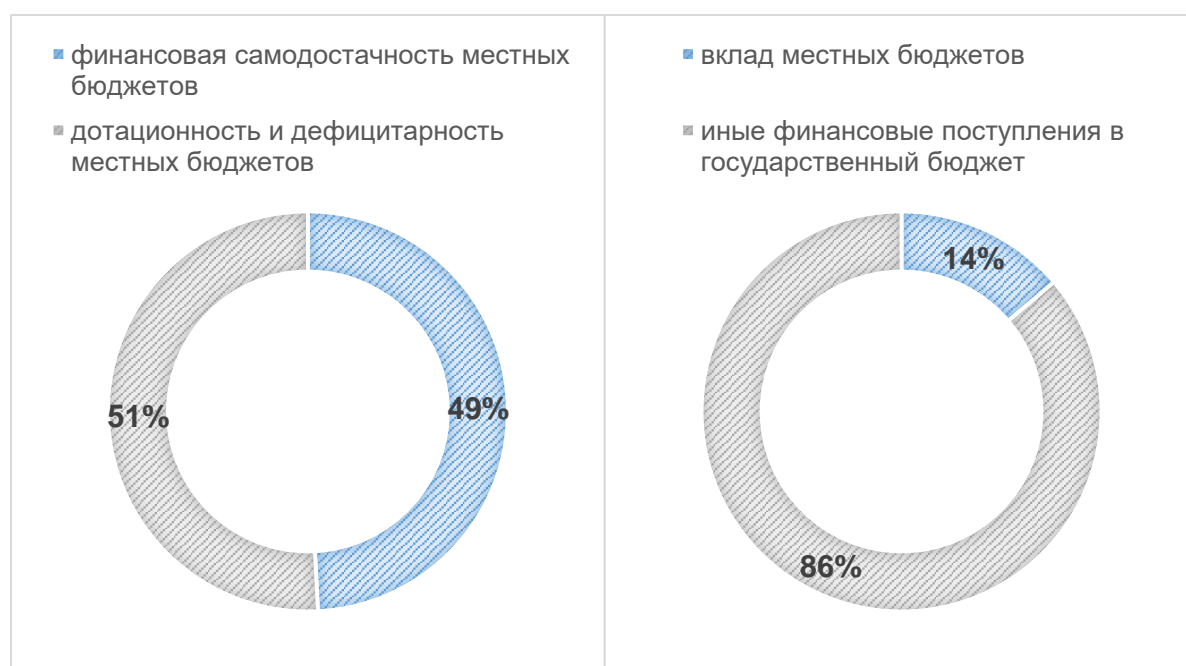


Рис. 1 – Данные о самодостаточности и вкладе местных бюджетов в формирование доходной части государственного (федерального) бюджета по состоянию на 2016 год

Очевидна проблема слабого и недостаточного наполнения местных бюджетов за счет налоговых и неналоговых поступлений, в том числе обусловленная сохраняющейся концентрацией финансовых ресурсов на уровне муниципальных районов, в то время как поселенческие бюджеты остаются критически недофинансированными

Поскольку фундаментальным или системообразующим понятием здесь являются финансы, соответственно первоначально стоит уточнить теоретическое содержание этого термина, определяющего понятие «финансы», «финансовые ресурсы» и «финансовые отношения» – это классическая и неоклассическая теория [7].

Как известно, первая из выше упомянутых теорий основывается на том, что финансы – это сфера, в которой доминирует и управляет государство. При этом если ранее сторонники классической теории считали, что господство государства в финансовой сфере является безусловным и неоспоримым, то в современных научных трудах

представители классической школы исходят из того, что государство институализирует финансовые взаимоотношения (этим и обусловлено его доминирование).

Но одновременно с этим, другими значимыми факторами в этой сфере являются бизнес (как продуцент финансовых ресурсов) и общество (как реципиент финансовых ресурсов), государство играет в данном случае аккумулирующую и распределяющую (перераспределяющую) роль в финансовых потоках.

Неоклассическая теория основана на том, что финансы есть независимая категория, и современные представители неоклассической школы указывают на то, что финансовые отношения в современном мироустройстве являются самоорганизующейся системой. Но как абсолютно верно показано в ряде зарубежных научных исследований, финансы можно признать лишь условно независимой категорией, самоорганизация которых происходит опосредованно через правовое и корпоративное регулирование денежных потоков. Именно поэтому за рубежом в русле неоклассической теории сформировали два ключевых направления исследований: частные и публичные финансы. Первые в свою очередь включают совокупность корпоративных и персональных финансов, в рамках второго направления исследуется совокупность государственных и муниципальных (поселенческих, местных) финансов [8].

В российской научной среде в меньшей степени принят неоклассический прогрессивный подход к исследованию сущности и содержания (в том числе экономического) понятия «финансы», но при этом активно исследуется современная парадигма классической теории [9].

Первоначально в советской научной сфере, идеи которой сформировались под влиянием классической теории, доминирующим был подход, который рассматривал финансы не как денежные средства или ресурсы, но собственно, как отношения принудительного характера, формирующиеся по инициативе и под контролем государства. В дальнейшем с появлением распределительной (перераспределительной) и воспроизводственной парадигмы отношенческая концепция финансов претерпела некоторые изменения, одновременно с этим появился ряд логико-теоретических противоречий, которые сложно было устранить в рамках классической ортодоксальной теории. В частности, советские и российские ученые дискутировали в рамках своих научных трудов:

- о целесообразности и обоснованности включения в категорию «финансы» денежной компоненты (денежных средств и их эквивалентов),
- о наличии и отсутствии границ между сферой государственных (муниципальных) финансов и финансов предприятий (финансов реального сектора),

- об императивности финансовых отношений с точки зрения развитого социализма и современного рыночного хозяйства,
- об исключительности и общности воспроизводственной и распределительной (перераспределительной) функции финансов.

Но принимая во внимание первичность денег по отношению к финансам, а также интеграционный контекст воспроизводственной и распределительной (перераспределительной) функции финансов, инкорпорирующей движение денежных средств (ресурсов) в частно-потребительском, предпринимательском, общественном и государственном секторе, стоит согласиться с С.В. Барулиным и Т.М. Королевой в том, что финансы – это отношения, которые опосредуют денежные потоки, формирующие финансовые ресурсы в частноправовой и публично-правовой формах. Эти отношения обусловлены образованием и использованием хозяйственных и государственных (муниципальных) доходов за счет функционирования финансовых механизмов (институционально заданных) и легитимных финансовых инструментов [6].

Соответственно, финансовые ресурсы есть совокупность денежных средств, которые используются (или могут быть использованы) хозяйствующими субъектами или органами исполнительной власти (государственными или муниципальными) для проведения платежно-расчетных операций в рамках осуществления своей основной или прочих видов деятельности.

Отсюда следует, что финансовые отношения обеспечивают аккумуляцию денежных средств (бюджет) на уровне хозяйствующих субъектов или органов исполнительной власти с тем, чтобы в дальнейшем использовать накопленные таким образом ресурсы для выполнения обязательств или удовлетворения иных (частных, общественных, государственных) нужд. На рисунке 2 отражена структурно-логическая схема понятия «финансы» (в отношенческо-ресурсном контексте).

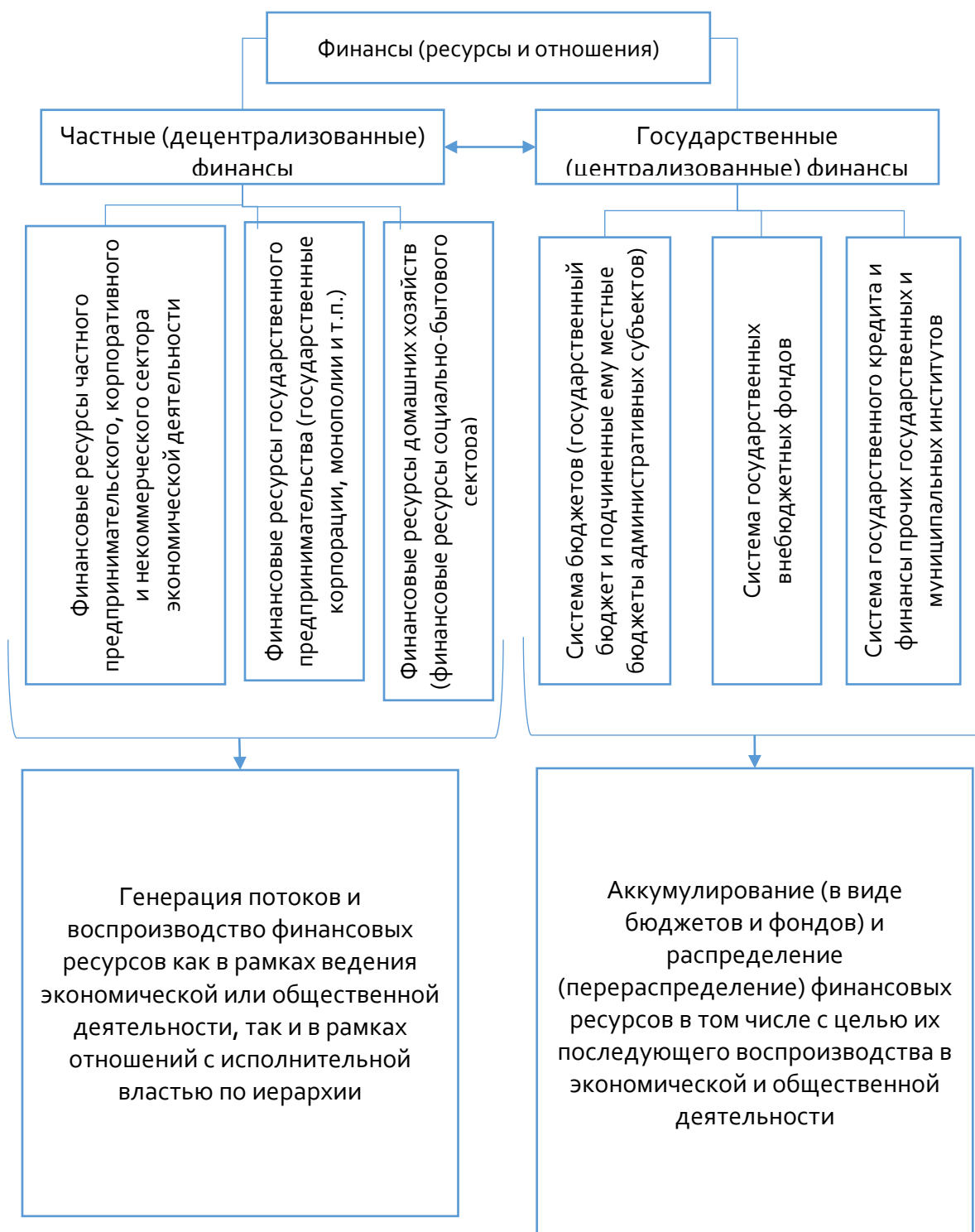


Рис. 2 – Структурно-логическая схема понятия «финансы» (отношенческо-ресурсный контекст)

Рассматривая содержание и экономическую сущность бюджета (федерального, регионального или местного) можно выделить два теоретико-экономических подхода:

1) институционально-правовой, который предлагает, что бюджет это, восполняемый фонд (за счет налоговых, неналоговых и прочих поступлений), создание и функционирование которого определяется специальным законодательством,

распоряжение которым осуществляет макроэкономическое юридическое лицо через систему иерархических институтов исполнительной власти высшего (федерального) и последующих (региональных, местных) уровней [5];

2) приростно-равновесный, который не исключает институциональной и правовой теоретической компоненты, но исходит из того, что формирование бюджета на основе регулируемых исполнительной властью финансовых потоков должно быть рациональным, учитывать пропорциональность расходов получаемым доходам и предельную общественную полезность, которую в конечном счете получает национальный экономический и социально- бытовой сектор от управления всеми составными частями государственных и муниципальных финансов [3].

Итак, выше сказанное позволяет нам выстроить следующую структурно-логическую схему, унифицированную с представленным выше рисунком 2, которая описывает теоретико-экономическую и юридическую сущность бюджета как системообразующей категории в рамках института государственных и муниципальных финансов (рисунок 3) [4].



Рис. 3 – Структурно-логическая схема понятия «бюджет» как системообразующей категории

Таким образом, учитывая вышеизложенное, мы можем говорить о том, что местный бюджет, а также муниципальные финансы – это не только институционально-правовая, но и экономическая категория, опосредованная динамикой в национальной экономике, социально-бытовом секторе, а также в некоммерческом и общественном секторе. Бюджет с экономической точки зрения может рассматриваться в том числе и как системообразующая научная категория, в которой интегрированы собственно финансовые и собственно юридические (нормативные) аспекты как государственного, так и местного самоуправления. Муниципальные финансы можно в свою очередь рассматривать как часть государственных финансов, полномочия управления первыми также нормативно определены, при этом сфера государственного управления может как ограничивать самостоятельность местного самоуправления в части сбора налоговых и неналоговых доходов, а также распоряжения финансовыми ресурсами, так и расширять границы самостоятельности местных органов власти в этой функциональной сфере.

Список литературы:

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 N 145-ФЗ (в редакции от 29.07.2017 N 262-ФЗ) // Информационно-справочная система "Консультант Плюс" [электронный ресурс] реж. доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19702/ свободный.
2. Федеральный закон "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" от 06.10.2003 N 131-ФЗ (в редакции от 29.07.2017 N 279-ФЗ) // Информационно-справочная система "Консультант Плюс" [электронный ресурс] режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_44571/ свободный.
3. Аллаhverдян Д.А. Финансово-кредитный механизм развитого социализма. - М.: Издательство: Финансы, 1976. 240 с.
4. Афанасьев М., Криворогов И. Модернизация государственных финансов. – М.: Издательство ГУ ВШЭ, 2007. 440 с.
5. Афанасьев М., Беленчук А., Криворогов И. Бюджет и бюджетная система. – М.: Издательство "Юрайт", 2012. 784 с.
6. Барулин С.В., Королева Т.М. Сущность финансов: новые реалии // Финансы и кредит. 2004. №5 (143). С.2-9
7. Ковалев В.В. Становление неоклассической теории финансов // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2005. №8 (серия 8, выпуск 1). С.3-26
8. Левчаев П.А. Особенности неоклассического этапа эволюции

децентрализованных финансов // Дайджест-финансы. 2010. № 9 (189). С.34-41

9. Левчаев П.А. Формирование понятия «финансовые ресурсы» в контексте генезиса децентрализованных финансов // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Общественные науки. 2007. №2. С.3-12

УДК 65.0

ББК 65.290-2

К ВОПРОСУ О ВНЕДРЕНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКУ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМИ КОЛЛЕКТИВАМИ

Карпова Надежда Васильевна

Старооскольский технологический институт им.А.А. Угарова (филиал)
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
Россия, г.Старый Оскол

доцент кафедры экономики, организации и менеджмента, к.э.н.

Аннотация: В статье представлен теоретический взгляд на проблему управления трудовым коллективом как фактора обеспечения эффективной трудовой деятельности

Ключевые слова: управление; социальные технологии; коллективность; взаимодействие; отношение, «человеческий фактор», социальные ресурсы, социальные резервы.

TO THE QUESTION OF IMPLEMENTATION OF SOCIAL TECHNOLOGIES IN THE PRACTICE OF MANAGEMENT OF LABOR COLLECTIVES

Karpova N. V.

Starooskolsky Technological Institute named after A.A. Ugarova (branch)
FGAOU VO "National Research Technological University" MISiS "
Russia, Stary Oskol
Associate Professor of the Department of Economics, Organization and Management, Ph.D.
karpova-nadejda@yandex.ru

Abstract: The article presents a theoretical view on the problem of managing the work collective as a factor in ensuring effective labor activity

Key words: management; social technologies; Collectivity; interaction; attitude, "human factor", social resources, social reserves.

Особое место в микросреде человека занимают трудовые коллективы, в рамках которых развертывается трудовая деятельность человека. Трудовые коллективы существуют во всех сферах общества: производственной, управленческой, воспитательной, обслуживающей, научной. Главной функцией трудовых коллективов является удовлетворение общественных потребностей путем интеграции разных творческих потенциалов работников. Через социальную организацию в форме трудового коллектива происходит обогащение сферы труда и формирующихся организационно-экономических отношений социальным и духовно-культурным содержанием. Именно в трудовом коллективе происходит формирование и развитие ценностей коллективизма: солидарности, взаимопомощи, взаимодействия, поддержки.

Возрастание роли социального, духовно-интеллектуального во всех видах трудовой деятельности - закономерность современного общественного развития. Поэтому во многих странах мира при организации трудовой деятельности востребованы социальные технологии. Те общества, государства, отдельные социальные институты, которые организуют свои действия в соответствии с логикой общественных перемен, оказываются наиболее дееспособными, восприимчивыми к инновациям. Поэтому разработка теоретических вопросов внедрения социальных технологий в практику управления трудовыми коллективами является актуальной.

Как показывают опубликованные материалы исследований, эффективно действующие компании многих стран уделяют особое внимание инновационным факторам в стратегическом управлении фирмой, в достижении "культуры организации". При этом учитываются не только характеристики способа производства, форм собственности, но и уровень социальной и духовной зрелости общества, что оказывает существенное влияние на эффективность трудовой деятельности.

Каждый трудовой коллектив по-своему неповторим, имеет своеобразные специфические черты: определенный тип социальной организации, внутренние законы, особые традиции жизни, своеобразный стиль управления и социально-психологический настрой. Эти характеристики коллектива оказывают существенное влияние на поведение людей, которые в нем объединены. Поэтому руководителю трудового коллектива при организации и обеспечении его функционирования следует учитывать важность реализации таких функций коллектива, как социальное развитие и духовно-культурное обогащение работников; мотивирование на высокий конечный результат труда; улучшение морально-психологического климата в организации, создание атмосферы для благоприятного межличностного общения и взаимодействия людей. Стимулирование трудовой деятельности на получение конечного результата высокого качества достигается не только технико-организационными мерами, материальным поощрением работников, но и средствами повышения уровня социальной зрелости организации, развития ее самоуправляемости, включения социальных и духовно-культурных стимулов. Однако при кризисном состоянии организации социальные резервы трудового коллектива остаются невостребованными и даже подвергаются разрушению.

Естественным стремлением человека является стремление к коллективности. В процессе жизни человек проходит целый ряд социальных организаций, усваивая их ценности. Человек как личность формируется человеческими коллективами. Поэтому поведение человека всегда следует рассматривать относительно той социальной группы, в которой формировалось его поведение.

Еще древние философы говорили о коллективности. Так Пифагор говорил о коллективной собственности на имущество, а Платон пытался разработать проект коллективности будущего общества и идеального государства на основе равенства и справедливости. Идею общества, основанного на равенстве и справедливости, на взаимопомощи, доброжелательности развивали Т. Мор, Т. Кампанелла, Т. Мюнцер, А. Сен-Симон, Ш. Фурье, Р. Оуэн. Они полагали, что оно будет основано на иной социальности: коллективной собственности, коллективном характере труда, отношениях социальной справедливости и общности интересов, товарищества и сотрудничества.

В 80-х годах прошлого столетия появляется понятие "человеческий фактор", в котором синтезированы труд, практическая, творчески-созидательная деятельность; отношения людей; потребности и интересы; мотивы и ценностные ориентации; выбор, ответственность, инициатива. Каждый трудовой коллектив способен оказывать существенное влияние на раскрытие этого ресурса. Но возникает проблема: как привести в движение эти ресурсы, которые сегодня заморожены, используются неэффективно? Очевидно, что путь выхода из экономического кризиса – это выявление и освоение социальных ресурсов, формирование новых социальных отношений. Социальный ресурс организации имеет конкретные контуры и механизмы, заключенные в мастерстве, таланте и способностях каждого работника, в развитии "корпоративной личности", ориентации непроизводственной деятельности организации на упрочение привязанности работников, на их эмоциональную и духовную интеграцию с ней. Многие методы активизации человеческих ресурсов хорошо известны. Пришло время изучать и адаптировать эти методы к нашим условиям.

Важным инструментом по выявлению социальных резервов в целях социально-экономического развития, укрепления социального и нравственного здоровья трудового коллектива, формирования здорового, духовно богатого способа жизнедеятельности является социальная диагностика, которая, к сожалению, почти совсем не используется в развитии современных организаций. Использование данного инструмента позволяет не только выявить резервы стимулирования трудовой активности и мотивации к труду, выявить резервы самоуправленческих начал трудовой жизни, реального соучастия работников в принятии управленческих решений, но и определить резервы профессиональной этики, нравственности, порядочности, духовности работников.

Социологическое диагностирование социальных резервов в самом общем виде предполагает рассмотрение следующих проблем:

- укрепление внутри коллективных отношений;
- расширение социального диапазона руководства;

- развитие различных форм взаимодействия людей;
- раскрытие сил и творческих возможностей каждого члена коллектива;
- достижение высокого уровня самоуправления;
- накопление профессионально-образовательного потенциала;
- оптимизация условий труда и здоровья людей;
- стабилизация кадрового состава трудового коллектива, хорошая адаптация новых работников, социальное продвижение, социальная защищенность;
- все более полное удовлетворение материальных, социальных, духовных, культурных и идейных потребностей членов трудового коллектива.

Повышение социального потенциала трудового коллектива предполагает выявление следующих резервов:

- демографических: правильная расстановка и использование кадров, оптимальное сочетание мужского и женского труда, труда молодежи и работников более зрелого возраста;
- функциональных: улучшение производственной обстановки, повышение содержательности труда;
- профессиональных: подготовка и переподготовка кадров;
- социально-психологических: развитие сотрудничества и взаимопомощи, создание здорового психологического климата;
- управленческих: совершенствование форм и методов руководства;
- непроизводственных факторов в деятельности трудовых коллективов.

В условиях советского производства социальные ресурсы были довольно значительны. Они составляли от 40 до 60% общего объема имеющихся ресурсов. Однако современные руководители не востребовали в своей деятельности применение социальных разработок.

Сегодня существует много оригинальных программ создания работоспособных коллективов, поэтому сложно предложить универсальный метод их формирования. Опыт успешной работы преуспевающих трудовых коллективов показывает, что они при подборе работников широко используют социологические, педагогические, психофизиологические методы профотбора кадров. Тщательно отработаны процедуры адаптации вновь поступивших работников.

Основные ограничения, с которыми сталкиваются трудовые коллективы российских предприятий и организаций, на наш взгляд, заключаются в следующем:

– Нечеткость цели и критериев работы, подмена цели средствами. Если каждый работник ясно представляет себе желаемые результаты, то коллектив в состоянии достичь цели. Если нет ясного видения цели, то отдельные члены коллектива не могут внести свой вклад в общий успех. Даже когда цели понятны всем, важно найти компромисс между личными и коллективными интересами. Поэтому важно знать и строго соблюдать процедуру целевого планирования в коллективе.

– Низкая результативность работы коллектива. Многим коллективам не хватает результативности и инициативности, несмотря на общую компетентность. Возможными причинами могут быть: нечеткая регламентация управления; низкое качество личной работы сотрудников; низкий уровень личного внимания и общения; изменение ролей внутри коллектива, поиск новых неформальных лидеров; недостатки в оплате, стимулировании труда и др.

– Несоответствие руководителя и коллектива. Самые важные факторы, определяющие качество работы коллектива — это лидерство и руководство. Руководитель, который не хочет применять коллективный подход или ему недостает умения использовать этот стиль руководства, давит любую инициативу, направленную на создание коллектива, не является "мотором" коллектива, но постепенно разрушает условия и методы эффективного труда в группе.

– Неквалифицированные и не повышающие свою квалификацию сотрудники. Если членам коллектива не хватает элементарных навыков, то нельзя получить положительные результаты. Нужен сбалансированный состав работников, который способствует интенсивному взаимодействию и работе по методу "мозгового штурма".

– Плохой социально-психологический климат. Когда люди и события в трудовом коллективе критически не анализируются, тормозится свободный поток суждений и комментариев, поддерживаются вежливые, но действующие подавляющие отношения, образуется некий "заговор". В этом случае люди начинают скрывать свои взгляды, предпочитая быть удобными, а не естественными; руководитель не умеет разрешать конфликты, достигать согласия; не развита преданность сотрудников коллективу и руководителю; эмоциональные узы между сотрудниками не укрепляются. В таком коллективе нет теплоты, сочетающей прямоту и честность с заботой о благе каждого.

Зная причины низкой результативности работы коллектива, можно предложить современные технологии решения социальных проблем. Прежде всего полученные знания не оставлять в виде констатации фактов, выводов, рекомендаций, а доводить до исполнения и получения конечного социального и экономического результата.

Слабым местом в работе трудовых коллективов является мотивация к работе. Причины многих проблем кроются в психологической неготовности людей к переменам, переквалификации, освоению новых видов деятельности. Для поддержания высокой мотивации труда работников необходимыми технологическими процедурами являются следующие: достойная оплата труда; обогащение содержания работы и расширение ее рамок; активное структурное планирование организации и применение гибких организационных форм; систематическое развитие организационной деятельности, обучения и творческого подхода; систематическая проверка срока работы персонала на одной должности и управляемое перемещение по службе с интервалом примерно в 5 лет; реализация новых форм взаимодействия, развитие производственной демократии.

Опыт использования технологии улучшения климата в трудовом коллективе показывает ее высокую эффективность, направленность на учет интересов каждого конкретного работника. С ее помощью успешно решаются такие проблемы как нахождение своего места в организации и познание собственных сильных сторон; сохранение положительного стремления к развитию.

Невостребованность социальных ресурсов, отстранение интеллектуальной собственности (знаний, способностей, инициативы) от общественного производства приводят к деградации не только трудового коллектива, но и к ухудшению социально-экономического климата в обществе, к разрушению его социальной базы. Следует возродить теорию и практику социального управления трудовым коллективом, научиться согласовывать разные интересы и обеспечить положительную мотивацию людей к труду. Через возрождение социальных технологий в практике общественного производства – инновационный прорыв для России, возможность к производительному и качественному труду, концентрации средств для реализации крупных программ социальной защиты людей.

Развитие социальной микросреды трудовых коллективов предполагает наличие двух уровней: первый — объективные предпосылки ее изменения "сверху", совершенствование отношений собственности, структурные изменения в распределении власти; второй — субъективные предпосылки, которые начинаются с желания изменить ситуацию, избавиться от стереотипов мышления, сформулировать инновационные цели развития и искать современные методы их достижения в каждом трудовом коллективе, на каждом производстве.

СЕКЦИЯ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 502.31 + 330.15

НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Кудинова Галина Эдуардовна, к.э.н.,

Костина Наталья Викторовна, д.б.н.

Розенберг Анастасия Геннадьевна, к.б.н.

ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна РАН, Россия, г. Тольятти.

E-mail: gkudinova@yandex.ru

Демьяненко Маргарита Сергеевна,

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

E-mail: margarita20.09@yandex.ru

SOME APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF ECONOMIC MECHANISM OF CONSERVATION OF BIODIVERSITY

Kudinova Galina E, Candidate (PhD) of economic sciences,

Kostina Natalia V., Doctor (Full Prof.) of biological sciences,

Rozenberg Anastasia G., Candidate (PhD) of biological sciences

Institute of Ecology of the Volga river basin of Russian Academy of Science, Togliatti, Russia

E-mail: gkudinova@yandex.ru

Demyanenko Margarita Sergeyevna

Stary Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

Сохранение биоразнообразия - главный фактор обеспечения устойчивого развития, сохранения среды обитания человека и биологических ресурсов. Авторами рассматривается финансово - экономическая подсистема экономического механизма сохранения биоразнообразия, которую определяют бюджетное и внебюджетное финансирование сохранения экосистем, природного капитала и обеспечения устойчивого развития.

Ключевые слова: экономический механизм, биоразнообразие, экосистемы, природный капитал, устойчивое развитие.

Conservation of biodiversity is the main factor in ensuring sustainable development of the conservation of human habitats and biological resources. Authors consider the financial and economic subsystem of the economic mechanism for biodiversity conservation, which is determined by budgetary and extrabudgetary funding for the conservation of ecosystems, natural capital and sustainable development.

Key words: economic mechanism, biodiversity, ecosystems, natural capital, sustainable

development

Биоразнообразие - главный средообразующий ресурс, обеспечивающий возможность устойчивого развития, сохранения среды обитания человека и биологических ресурсов. Актуальность проблемы сохранения биоразнообразия была подчеркнута на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио де Жанейро в 1992 г. [1], принятием специального документа – Конвенции по биологическому разнообразию [2]. С позиции экономики, биоразнообразие следует рассматривать как природный (экологический) капитал. С. Н. Бобылев, представляя биоразнообразие как природный капитал, выделяет 4 его функции:

- 1) ресурсная – обеспечение природными ресурсами производства товаров и услуг;
- 2) экосистемные экологические услуги – обеспечение природными (экологическими) ресурсами различного рода регулирующих функций: ассимиляционная, регулирование климата и водного режима, озоновый слой и т. д.;
- 3) услуги экосистем, связанные с эстетическими, этическими, моральными, культурными, историческими аспектами – «духовные экологические услуги»;
- 4) сохранение здоровья человека [3].

Сохранение ресурсов растительного и животного мира – главный фактор устойчивого функционирования экосистем и всей биосферы в целом [4-8]. Сокращение биоразнообразия или замена диких видов культурными приводят к смещению равновесия энерго– и массообмена в биосфере, в результате чего изменяется среда обитания человека, увеличивается число природных катастроф, ухудшается экологическая инфраструктура жизни. Согласно Государственной стратегии устойчивого развития России до 2020 г., рациональное использование природных ресурсов (в том числе и рекреационных), биологических ресурсов (растительных, животных), представляет собой важнейшую социальную, экономическую и экологическую задачу, решение которой прямо направлено на сохранение биосферы [9].

Экономический механизм сохранения биоразнообразия - это система специальных инструментов, методов и условий, обеспечивающая естественную целостность и устойчивость природных комплексов на основе компромисса между долгосрочными экологическими целями и текущими экономическими интересами регионального развития и природопользования [10].

Финансово-экономическую подсистему экономического механизма определяют бюджетное и внебюджетное финансирование сохранения биоразнообразия. В связи с тем, что в России объемы государственного финансирования природоохранной деятельности, включая сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, недостаточны, необходимо привлечение внебюджетных средств [11; 12]. В связи с этим большое значение приобретают финансовые механизмы. Их задача состоит:

- в выявлении финансовых средств;
- эффективном малозатратном финансировании и/или софинансировании отобранных приоритетных программ и проектов сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов.

Финансирование сохранения биоразнообразия, в том числе редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, должно осуществляться по нескольким направлениям:

- увеличение вложений в изучение и сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов с получением экологических, экономических и социальных выгод от таких капиталовложений, подготовку научных кадров в этой области;

- обеспечение надлежащего доступа к соответствующим технологиям, что существенно расширяет имеющиеся возможности для решения проблемы утраты биологического разнообразия и находящихся под угрозой исчезновения видов;

- выделение средств на формирование у населения экологической культуры и бережного отношения к редким и находящимся под угрозой исчезновения видам, включая систему представлений о ценности каждого редкого и находящегося под угрозой исчезновения вида, его биологических и экологических особенностях.

В качестве возможных источников финансирования и экономического стимулирования сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов можно использовать:

- бюджетное финансирование в рамках подпрограммы «Сохранения редких и исчезающих объектов флоры и фауны» (*авторское название*)

- финансирование в рамках природоохранных мероприятий, предусмотренных федеральным бюджетом;

- региональные экологические фонды (если таковые имеются);

- внебюджетные источники финансовых ресурсов, включая:

- часть ренты (прибыли) от добычи полезных ископаемых, т.е. невозобновимых природных ресурсов (т.е. от природоэксплуатирующих компаний);

- часть прибыли от продажи возобновляемых природных ресурсов (это, в основном,

- пищевая промышленность, сельскохозяйственные фермы; заготовка древесины и т.д.);
- часть прибыли компаний, «эксплуатирующих» природные ресурсы, иногда даже без их потребления (от туристических агентств);
 - добровольные пожертвования физических и юридических лиц;
 - прибыли от капиталовложений, сделанных особо охраняемыми природными территориями;
 - плата за вход в национальные парки, фотоохоту, дистанционное (рекреационное) наблюдение за редкими видами и их скоплениями;
 - выручка от экологических лотерей;
 - отчисления от инфраструктуры и услуг туризма и рекреации, связанных с наблюдением за редкими и находящимися под угрозой исчезновения видами (дороги к местам туризма, стоянки автомашин, организация питания туристов, печатные издания, передачи по радио и телевидению, инфраструктура питания и т.п.);
 - отчисления от выручки, полученной от выставок экспонатов, рисунков, фотографий и др. художественных произведений, отображающих редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды;
 - отчисления от выручки, полученной от использования в логотипе и наименовании организации изображения или названия редких и находящихся под угрозой исчезновения видов;
 - части прибыли от эксплуатации биоресурсов данного региона местными предприятиями, например, от продажи местных растений, развития туризма;
 - части прибыли предприятий, специализирующихся на выращивании особых видов редких растений, с возможным их использованием в качестве растительного сырья на фармацевтических предприятиях, входящих в туристско-рекреационный кластер
 - увеличение штрафных санкций за браконьерство в отношении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов;
 - дополнительная плата за водопользование от ирригационных проектов или ГЭС, если вода поступает к ним из особо охраняемых природных территорий;
 - специальные платежи, например, на лесоразработки, торговлю лесом, дикими животными, права на концессии, налог на поддержание окружающей среды при строительстве плотин, ирригационных систем, дорог;
 - отчисления определенной части стоимости крупномасштабного хозяйственного проекта (например, водохозяйственного); отчисления от концессий на эксплуатацию природных ресурсов, от других концессий (гостиниц, ресторанов, туризма); стимулирование добровольных пожертвований частных компаний и кооперативов,

непосредственная финансовая поддержка от агентств по оказанию техпомощи, международных организаций, отдельных фондов;

- экореструктуризация внутренних и внешних долгов;
- зарубежные и внутренние дотации/гранты, льготные займы, субсидирование для уплаты процентов на займы, паевое финансирование, совместное (взаимодополняющее) осуществление международных проектов, экспортные кредиты.

В России экономика сохранения биоразнообразия только начинает развиваться. В ней еще много неясных теоретических и практических положений. Однако ряд регионов накопил позитивный опыт использования местных бюджетов и средств бизнеса на поддержку охраны живой природы. Они начинают внедрение экономической оценки своего природного капитала и включение его в состав регионального богатства, что позволяет не только реально оценивать природные объекты и возможный ущерб от хозяйственной деятельности, но и рассчитывать выгоды от «экосистемных услуг», оказываемых природными территориями. Следовательно, перспективы сохранения природной среды для нынешних и будущих поколений становятся приоритетными при выработке тактики и стратегии развития на региональном уровне, что неизбежно отразится на общем направлении сохранения биоразнообразия в России.

Статья подготовлена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-02-0003) и в рамках выполнения государственного задания по теме АААА-А17-117112040040-3 «Оценки современного биоразнообразия и прогноз его изменения для экосистем Волжского бассейна в условиях их природной и антропогенной трансформации»

Список литературы

1. Программа действий. Повестка дня на 21 век и другие документы конференции в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. Публикации центра «За наше общее будущее». 1993. X + 70 с.
2. Конвенция о биологическом разнообразии [Электронный ресурс]: <http://www.un.org/ru/documents/>
3. Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. Экономика природопользования: Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2010
4. Терешина М.В. Формирование механизма устойчивого развития региона: экономические и институциональные условия / диссертация на соискание ученой степени доктора экономических наук / Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова. Москва, 2009

5. Скуфьина Т.П., Самарина В.П. Проявление эффекта декаплинга в промышленно развитом регионе (на примере Мурманской области) // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2013. № 12. С. 205-211.
6. Самарина В.П. Современные проблемы развития и кризиса в социально-экономических системах // Регион: системы, экономика, управление. 2015. № 1 (28). С. 38-41.
7. Стариков А.С., Самарина В.П. Проблемы рационального использования земель сельскохозяйственного назначения // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. С. 215.
8. Кудинова Г.Э., Розенберг А.Г., Костина Н.В., Кузнецова Р.С., Васюков В.М., Костина М.А., Иванова А.В., Саксонов С.В. Стоимостная оценка экосистемных услуг при обеспечении устойчивого развития региона (на примере Самарской области) // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2015. № 8 (130). С. 17-23.
9. Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г. [Электронный ресурс]: <http://www.economy.gov.ru>
10. Розенберг А.Г. оценки экосистемных услуг для территории Самарской области // Поволжский экологический журнал. 2014. № 1. С. 139-145.
11. Samarina V.P. The Effect of a Mining and Smelting Plant on the Dynamics of Heavy Metals in Small River Basins in the Zone of Kursk-Belgorod Magnetic Anomaly // Water Resources. 2003. Т. 30. № 5. С. 550-558.
12. Субботина Е.В., Самарина В.П. Формирование нового взгляда на проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды // Фундаментальные исследования. 2013. № 1-1. С. 238-241.

ВЛИЯНИЕ НЕИСПРАВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Мартirosян Армен Тигранович

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»
E-mail: martirosyan.at@gmail.com*

THE EFFECT OF EQUIPMENT FAILURE ENVIRONMENTAL STEEL INDUSTRIES WEDNESDAY

Armen T. Martirosyan

Sary Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

В статье представлены основные виды воздействий предприятий черной металлургии на окружающую среду. Сделан вывод о том, что среди природных сфер предприятия черной металлургии в наибольшей степени влияют на атмосферный воздух, поверхностные водотоки и подземные воды. Показано, что в случае неисправности оборудования влияние факторов загрязнения окружающей среды усиливается. Доказано, что условием предотвращения аварийных загрязнений являются техническое обслуживание и ремонт оборудования.

Ключевые слова: окружающая среда; загрязнение; черная металлургия; неисправность оборудования, техническое обслуживание; ремонт оборудования.

This article presents the main types of impacts on environmental steel industries Wednesday. Concluded that, among the natural areas of the steel industry in the greatest impact on atmospheric air, surface watercourses and groundwater. It is shown, that in case of malfunction of the equipment the influence of pollution of Wednesday intensifying. It is proved that the prevention of accidental pollution are the maintenance and repair of the equipment.

Key words: surrounding the Wednesday; pollution; ferrous metallurgy; hardware malfunction, maintenance; repair equipment.

Отечественная отрасль черной металлургии представляет собой отрасль тяжелой промышленности. Она объединяет крупнейшие предприятия, добывающие и обогащающие рудное и нерудное сырье, производящие чугунные отливки, выпускающие стальной прокат, стальные и чугунные трубы различного диаметра, рельсы, проволоку, а также изделия дальнейшего передела, например, оцинкованное железо или белую жечь. Черная металлургия поставляет металл для предприятий машиностроения, станкостроения, строительства и др. Оборудование предприятий черной металлургии отличается сложностью. Оно испытывает повышенные нагрузки из-за высоких температур и давления, сопровождающих производственные процессы. Оборудование предприятий черной металлургии нуждается в постоянном техническом контроле и ремонтах. На это обращали внимание все исследователи вопросов эксплуатации оборудования предприятий черной металлургии [1-5]. Мы также писали об этом мы в своих работах [6; 7].

Среди природных сфер предприятия черной металлургии в наибольшей степени влияют на атмосферный воздух. Черная металлургия занимает второе место по общему

количеству выбросов в атмосферу среди отраслей промышленности. Основными загрязнителями являются оксиды углерода (67,5% суммарного выброса в атмосферу); твердые вещества (15,5%), диоксид серы (10,8%); оксид азота (5,4%).

Также оказывается сильное воздействие на поверхностные водотоки и подземные воды. Повсеместно отмечаются превышения концентрации тяжелых металлов; соединений серы; взвешенных веществ [8; 9]. В 2013-2015 годах наметилась тенденция снижения сбросов в водоемы. Однако произошло это, в основном, вследствие снижения объемов производства стали, а не за счет осуществления природоохранных мероприятий [5].

В случае неисправности оборудования влияние факторов загрязнения окружающей среды усиливается. Основными источниками угроз дополнительных выбросов в атмосферу и в водоемы в случае аварии на предприятиях черной металлургии являются: в агломерационном производстве – агломерационные машины, машины для обжига окатышей; дробильно-размольное оборудование, места разгрузки, погрузки и пересыпки материалов; при производстве чугуна и стали – доменные, мартеновские и сталеплавильные печи, установки непрерывной разливки стали, травильные отделения, ваграночные печи чугунолитейных цехов.

В результате аварий в водотоках, куда попадают несанкционированные стоки предприятий черной металлургии, отмечаются высокие уровни загрязнения воды загрязняющими веществами, в том числе высокого класса опасности. Максимальные концентрации загрязнителей могут достигать 100 и более ПДК. Такие высокие концентрации снижают способность окружающей среды к сероочистке. В случаях аварийных сбросов способность водотоков создавать и сохранять барьерные функции по отношению к загрязнению токсичными тяжелыми металлами и другими элементами снижается. Загрязняющие вещества накапливаются в донных отложениях и переносятся на значительные расстояния, формируя гидрохимическую аномалию [9].

Существует достаточно большое разнообразие методов, предотвращающих попадание загрязняющих веществ в природную среду в случаях аварии на оборудовании предприятий черной металлургии. В их основе лежит стремление реализовать наиболее эффективные технологии очистки после аварии, рационально сочетающие процессы нейтрализации, улавливания нескольких примесей и рассеивания очищенных выбросов газа в атмосфере и стоков в поверхностных водотоках. Результатом этого явилось создание многоступенчатых систем очистных сооружений и их интегрирование с системами утилизации уловленных компонентов. Кроме того, необходимо учитывать, что предприятия черной металлургии стремятся выполнять эколого-экономические

обязательства по обеспечению наилучшего качества окружающей среды. Это значит, что очистка выбросов в атмосферу и сбросов в водоемы должна осуществляться с минимальными затратами при минимальном ущербе природным системам.

В соответствии с этими актуальными перспективными направлениями деятельности по снижению негативного воздействия на окружающую среду в результате неисправности оборудования предприятий черной металлургии являются следующие:

1. Совершенствование существующих и внедрение новых технологий производства металлопродукции, при которых обеспечивается минимальное образование и поступление загрязняющих веществ в природную среду.

2. Совершенствование существующих и внедрение новых технологий предотвращения аварий, сопровождающихся увеличением пылегазовых выбросов и жидких сбросов в природную среду.

3. Замена изношенного оборудования и оснащение технологических объектов средствами автоматизированного контроля загрязнений. Прежде всего, это конструктивное совершенствование оборудования и замена изношенных аппаратов на новые (аналогичные заменяемым, или более эффективные). Особое значение имеет устройство специализированных установок, своевременно сообщающих о неисправности оборудования и угрозе аварии.

4. Наконец, необходимо внедрять комплексную многоступенчатую систему технического обслуживания и ремонтов оборудования, позволяющую с максимальным эффектом предотвращать аварийные ситуации.

Условием предотвращения аварийных загрязнений являются техническое обслуживание и ремонт оборудования. Выполнение этого условия связано с несколькими факторами. Для действующих производств необходимо, во-первых, выполнять требования технологического регламента и не допускать отклонения от него. В случае возникновения аварийных ситуаций необходимо переходить на режимы работы, не допускающие существенных загрязнений окружающей среды. Во-вторых, это реализация технологий подавления аварийных выбросов и сбросов за счет герметизации оборудования, применение методов нейтрализации образующихся в рабочей зоне вредных веществ, использование эффективных средств эвакуации чрезмерного количества загрязняющих веществ.

Литература

1. Новикова О.А., Ченцова Е.П. Теоретические и практические аспекты управления инновационным контуром саморазвития предприятия // Казанская наука. 2012. № 12. С.

127-130.

2. Понкратова И.А., Заякина И.А., Ченцова Е.П., Косарева И.Н. Новые методы повышения конкурентоспособности продукции // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции. 2015. С. 186.
3. Самарина В.П., Скуфьина Т.П. «Зеленая экономика» горнодобывающих регионов России: факты и тенденции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 7. С. 267-272.
4. Скуфьина Т.П. Экономика и горнопромышленное производство Мурманской области в условиях развития кризиса // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 6. С. 125-136.
5. Тулупов А.С. Возмещение экологического вреда в экономике горного производства // Горный журнал. 2017. № 8. С. 61-65.
6. Мартиросян А.Т. Сущность обновления производственной базы металлургических предприятий // Новый путь российской экономики: импортозамещение, инновационность, экономическая безопасность: сборник статей Международной научно-практической конференции (1 июля 2018 г, г. Уфа). – Уфа: АЭТЕРНА, 2018. – С. 38-39.
7. Самарина В.П., Ермолаев Д.В., Мартиросян А.Т. История и тенденции современного развития горнодобывающей промышленности России // Фундаментальные исследования. 2018. – № 8. – С. 95-99.
8. Samarina V.P. The Effect of a Mining and Smelting Plant on the Dynamics of Heavy Metals in Small River Basins in the Zone of Kursk-Belgorod Magnetic Anomaly. Water Resources. 2003. Т. 30. № 5. С. 550-558.
9. Samarina V.P. The Effect of a Mining and Smelting Plant on the Dynamics of Heavy Metals in Small River Basins in the Zone of Kursk-Belgorod Magnetic Anomaly // Water Resources. 2003. Т. 30. № 5. С. 550-558.

**АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ**

Савон Диана Юрьевна,

Национальный технологический исследовательский университет «МИСиС»

e-mail: di199@yandex.ru

Самарина Вера Петровна

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru

**ANTHROPOGENIC EFFECTS OF ECONOMIC ENVIRONMENTAL
ENVIRONMENT AND NATURAL RESOURCES**

Diana Yu. Savon,

National University of Science and Technology-MiSiS,

Vera P. Samarina

Stary Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

В статье дана оценка природоохранной деятельности предприятия и экологического состояния окружающей среды. Проведен анализ динамики валовых выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, динамики выбросов (сбросов) по видам загрязняющих веществ; сравнение фактической концентрации загрязнителей с предельно допустимой; сравнение фактических выбросов (сбросов) с предельно допустимыми. Авторы делают вывод, что система платежей за негативное воздействие на окружающую среду является одной из наиболее эффективных мер стимулирующих природоохранные и природосберегающие инвестиции.

Ключевые слова: окружающая среда; негативное воздействие; экологическое состояние.

The article gives an assessment of the environmental activities of the enterprise and the environmental state of the environment. The analysis of the dynamics of gross emissions (discharges) of pollutants, the dynamics of emissions (discharges) by types of pollutants; comparison of the actual concentration of pollutants with the maximum allowable; comparison of actual emissions (discharges) with the maximum permissible. The authors conclude that the system of payments for negative impact on the environment is one of the most effective measures that stimulate environmental and nature-saving investments.

Key words: environment; negative impact; ecological state.

Главными достижениями в последние годы стали разработка и применение правовых норм, методологии оценки воздействия на окружающую среду, экологически обоснованных технологий и процессов экологически чистого производства. Оценка природоохранной деятельности предприятия и экологического состояния окружающей среды включает анализ охраны атмосферы, водных ресурсов, недр и земельных ресурсов, флоры и фауны [1].

Рациональное использование водных ресурсов тесно связано с охраной водных ресурсов от загрязнений. Однако в настоящее время источники водообеспечения - реки и другие водные объекты - в естественном состоянии не всегда могут удовлетворять требованиям по качеству их вод. Отведение промышленных и коммунальных стоков -

один из самых крупных и опасных источников загрязнения водной среды. Даже в условиях широкого применения очистных сооружений не удастся избежать загрязнения стоками водоемов и водотоков [2; 3; 4; 5].

Проблема защиты окружающей среды от загрязнения отходами и вредными выбросами возникла в период вовлечения в сферу использования угля, нефти, сланцев и торфа вместо топлива растительного происхождения (дров, отходов сельскохозяйственного производства) [6; 7]. Достигнутый к этому временному периоду уровень материального производства и прогнозируемые темпы его роста обозначили резкое противоречие во взаимоотношениях общества и природы, когда все возрастающее потребление естественных ресурсов на благо общества вступило в противоречие с состоянием окружающей среды. Среди выбросов в атмосферу, которые влияют на экономическое и экологическое развитие мира, следует выделить парниковые газы (в основном углекислый газ и метан) и загрязняющие вещества (твердые взвешенные частицы, угарный газ и др.). Россия занимает 4-е место в мире по выбросам углекислого газа (1,5 млрд. тонн в 2017 году).

Объемы ежегодно размещаемых отходов постоянно увеличиваются, и в последние годы достигли рекордного уровня. Для значительной части промышленных отходов методы утилизации и обезвреживания отсутствуют или оказываются дорогостоящими. Основные виды не утилизируемых опасных отходов промышленности продолжительное время накапливались на территории предприятий, их количества давно превысили предельно допустимые. На ряде предприятий способы, места и сроки хранения опасных отходов не соответствуют требованиям природоохранного законодательства [8].

Таблица 1 - Показатели, характеризующие воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду и природные ресурсы РФ

Показатели	2014	2015	2016	2017
Образование отходов производства и потребления ¹⁾ , млн.т.	5168	5060	5441	6221
в том числе опасных ²⁾	124	110	98	107,2
Использование и обезвреживание отходов производства и потребления ³⁾ , млн.т.	2357	2685	3244	3264,6
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух, млн. т				
от стационарных источников	17,5	17,3	17,3	17,5
от передвижных источников	13,8	14,0	14,3	14,6
Размещение отходов производства и потребления на объектах, принадлежащих предприятию – всего, млн.т.	2951,4	2333,1	2620,8	3204,5

¹⁾ По данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования

²⁾ Отходы производства и потребления с I по IV класс опасности для окружающей среды.

³⁾ С 2017 г. - утилизация и обезвреживание отходов производства и потребления.

Из данных таблицы 1 видна динамика увеличения количества образовавшихся

отходов производства и потребления за исследуемый период на 1273 млн.т., или на 34,1%. Размещение отходов производства и потребления на объектах, принадлежащих предприятию за 2017 год, увеличилась на 583,7 млн. тонн, или на 22,3%.

Как видно из рисунка 1 в России происходит рост объема образовавшихся отходов производства и потребления по трем параметрам, при чем в большей мере возрастают отходы по территории страны за исследуемый период на 20 кг/км², или на 1,1%, в расчете на душу населения на 2 кг, или на 0,9% и в расчете на единицу ВВП на 22 кг на 1 млн. руб., или на 4,5%.

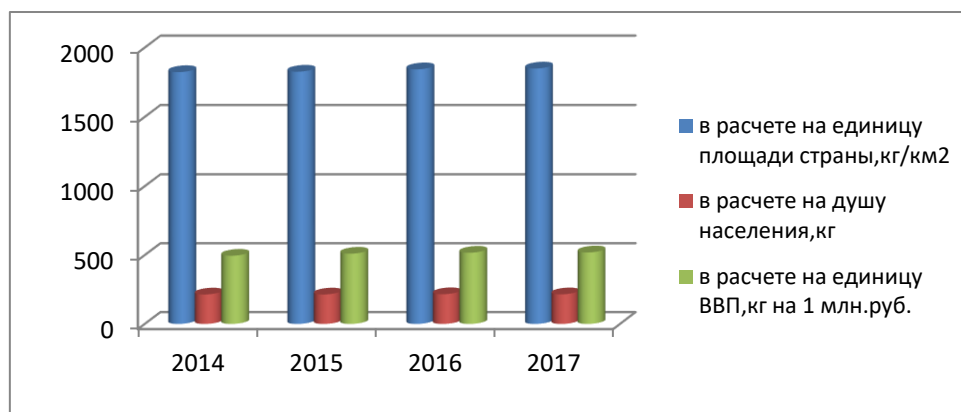


Рис.1. Динамика объема образовавшихся отходов производства и потребления в России

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в России в последние годы сокращаются во всех ключевых секторах экономики.

Состояние атмосферного воздуха Московской области определяется, в основном, деятельностью предприятий. Основными источниками загрязнения атмосферы в г. Москве и Московской области являются промышленные предприятия, теплоэнергетический комплекс, автомобильный, железнодорожный и речной транспорт. Наибольшая масса выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников сохраняется в 9 городах: Подольске, Клину, Воскресенске, Коломне, Дзержинский, Мытищах, Щелково, Серпухове и Электростали.

По данным государственной статистической отчетности по форме № 2-ТП (воздух), представленным Управлением Росприроднадзора по Московской области, общая масса выброса загрязняющих веществ в атмосферу области за 2017 год составила 1026,9 тыс. тонн, 253,3тыс. тонн от стационарных источников и от автотранспорта 773,6 тыс. тонн.

Основными загрязняющими веществами атмосферного воздуха (тыс. тонн) являются твердые вещества - 17,3, диоксид серы - 12,5, оксиды азота - 56,7, оксид углерода - 46,9, углеводороды, включая ЛОС - 115,9. В 2017 года в г. Москве

регистрировалась повышенная степень загрязнения атмосферного воздуха, стандартный индекс СИ был равен 2, наибольшая повторяемость превышений ПДК составила 4%. Атмосферный воздух в г. Москве более всего был загрязнен формальдегидом и аммиаком. По данным наблюдений в 2017 году степень загрязнения атмосферы в целом по городу оценивается как низкая. Лидером по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от автомобилей являются Москва и Московская область [9].

За последние пять лет, с 2013 по 2017 годы, в большинстве городов области отмечается тенденция снижения степени загрязнения воздуха в основном за счет снижения содержания бенз(а)пирена и формальдегида. За 2013-2017 годы во всех городах концентрации бенз(а)пирена снизились в среднем на 62%. В городах, где ведутся наблюдения за содержанием тяжелых металлов в воздухе, возросли средние концентрации оксида железа, меди, марганца и цинка [10].

Среди причин столь заметного снижения объема выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников можно выделить несколько основных. Во-первых, многие предприятия выводят старые и «грязные» мощности, построенные в советское время, в силу естественных процессов модернизации и повышения эффективности производства. Зачастую снижение выбросов загрязняющих веществ является дополнительным положительным эффектом обновления производственных мощностей. Прибыль предыдущих периодов позволяет компаниям инвестировать в более чистые технологии и модернизацию производства [11].

Во-вторых, снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу содействуют государственные механизмы. В частности, внедрена система платежей за негативное воздействие на окружающую среду, которая является одной из наиболее эффективных мер, стимулирующих природоохранные и природосберегающие инвестиции [12]. В-третьих, снижение мировых цен на ряд товаров (металл, топливо) усилило снижения издержек и модернизацию производств добывающих компаний, что позитивно отразилось и на снижении выбросов [10].

Переход к рынку в водохозяйственном комплексе имеет свои серьезные трудности, обусловленные общим кризисным состоянием экономики: инвестиционный спад, инфляция, и т.п. В настоящее время водные платежи в экономике гидрогенерирующих компаний составляют не более 2% в себестоимости производства, при этом вода для них является основным производственным ресурсом. Доходы федерального бюджета, полученные за счет водных платежей, направляются на мероприятия, связанные с обеспечением ускоренного ввода ГЭС в эксплуатацию: очистку ложа водохранилищ, берегоукрепление и др. Уровень платежей практически никак не стимулирует

водопользователей к рациональному водопотреблению, хотя и наблюдается некоторое снижение объем забора воды из водных объектов. Роль водного налога среди всех доходов федерального бюджета остается незначительной и имеет тенденцию к уменьшению [13].

Реки Московской области загрязняются сточными водами предприятий жилищно-коммунального, перерабатывающей и сельского хозяйства; стройматериалов, автомобильной, химической промышленности. Значительное влияние на качество воды оказывает интенсивное судоходство и маломерный флот.

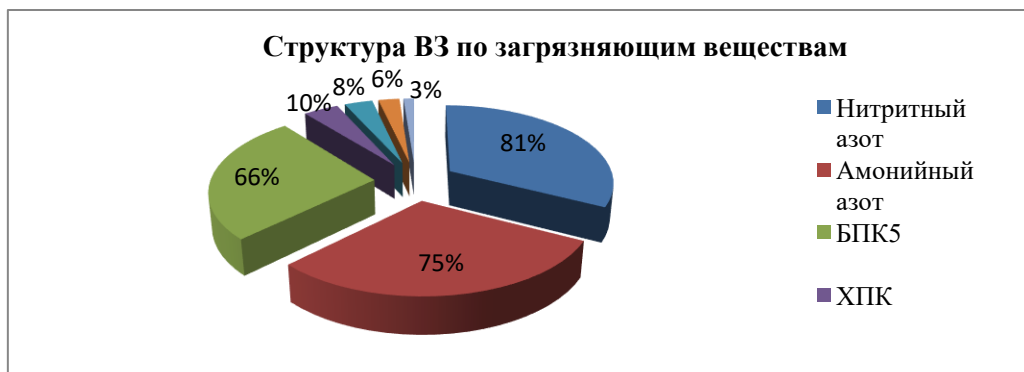


Рис. 2. Структура высокого загрязнения (ВЗ) водных объектов Московского региона в 2017 г.

Характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, АПАВ, тяжелые металлы. Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК5) в водотоках и водоемах Московской области было невысоким и составило 2,2 ПДК, что соответствует уровню 2011-2016 гг. В 2017 году на водных объектах Московского региона зафиксировано 249 случаев высокого загрязнения (ВЗ) различными веществами, что на 92 случаев меньше, чем в 2016 году. Большой ущерб водным ресурсам наносят противоречия между стремлением хозяйственников максимизировать свои доходы в ущерб окружающей среде и усилиями государства сохранить водные ресурсы. Установление регламента водопользования позволит во многом снять эти противоречия. Только при такой постановке вопроса возможна реализация государственной политики, направленной на достижение экономического благополучия в сочетании с экологической безопасностью на водохозяйственных объектах.

Система экологического мониторинга позволяет создать информационную базу, которая может реально охарактеризовать складывающуюся обстановку на территории. В качестве главного практического инструмента сопряженности процессов социально-экономического и экологического развития выступают разработанные в рамках экологической экономики соответствующие хозяйственные и правовые механизмы.

Литература

10. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. - М.: Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. 2017. №28 (август).
11. Жолобова Ю.С., Сафронов А.Е., Куций Н.А., Савон Д.Ю. Минимизация воздействия на окружающую среду при применении новых технологий обогащения углей и утилизации отходов добычи // Горный журнал. 2016. № 5. С. 109-112.
12. Samarina V.P. The Effect of a Mining and Smelting Plant on the Dynamics of Heavy Metals in Small River Basins in the Zone of Kursk-Belgorod Magnetic Anomaly. Water Resources. 2003. Т. 30. № 5. С. 550-558.
13. Samarina V.P. Effect of Engineering-Industrial Activities in the Region of the Kursk Magnetic Anomaly on the Ecological State of the River Waters. Geochemistry International. 2008. Т. 46. № 9. С. 928-934.
14. Скуфьина Т.П., Кашулин Н.А. Водные ресурсы арктического региона – индикатор экологической политики, состояния территории, фактор экономического развития // Фундаментальные исследования. 2018. № 7. С. 167-171;
15. Баранов С.В. Анализ и моделирование развития региональных систем (на примере зоны Севера). Воронеж, 2005.
16. Скуфьин П.К. Нефтяная альтернатива человечества // Вестник Кольского научного центра РАН. 2012. № 1 (8). С. 37-53
17. Пешкова М.Х., Савон Д.Ю. Механизм государственно-частного партнерства при эколого-экономической оценке техногенных минеральных объектов // Горный журнал. 2016. № 10. С. 37-41.
18. Социально-экономическое положение России. Федеральная служба гос. статистики. - М.: Росстат, 2018. С.18.
19. Самарина В.П., Скуфьина Т.П. «Зеленая экономика» горнодобывающих регионов России: факты и тенденции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 7. С. 267-272.
20. Скуфьина Т.П., Самарина В.П. Проявление эффекта декарпинга в промышленно развитом регионе (на примере Мурманской области) // Научный вестник Московского государственного горного университета. 2013. № 12. С. 205-211.
21. Skufyina T.P. Socio-Economic Differentiation of Space: Inconsistencies Between the Theory and Regulation Practice. Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2013. № 6 (30). С. 52-58.
22. Тулупов А.С. Возмещение экологического вреда в экономике горного производства // Горный журнал. 2017. № 8. С. 61-65.

РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Савон Диана Юрьевна,

*Национальный технологический исследовательский университет «МИСиС»
e-mail: di199@yandex.ru,*

Самарина Вера Петровна

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»
e-mail: samarina_vp@mail.ru*

Сафронов Андрей Евгеньевич,

*Донской государственный технический университет
reception@dstu.edu.ru*

DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL CULTURE IN THE INTERESTS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Diana Yu. Savon,

National University of Science and Technology-MISiS,

Vera P. Samarina

Stary Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

Andry E. Safronov,

Don State Technical University

В работе авторы поднимают актуальный вопрос формирования экологической культуры в обществе, с целью улучшения динамики внедрения экологической политики в регионах страны. Предложенные в статье методы формирования экологического сознания позволяют достичь создания экологически ориентированного общества.

Ключевые слова: экологическая культура, устойчивое развитие, формирование экологически ориентированного общества.

In this paper, the authors raise the topical issue of the formation of environmental culture in society, with the aim of improving the dynamics of environmental policy implementation in the regions of the country. The methods proposed in the article for the formation of ecological consciousness make it possible to achieve the creation of an ecologically oriented society.

Key words: ecological culture, sustainable development, the formation of an ecologically oriented society.

Современные реалии существования человеческой цивилизации требуют актуализации устойчивого развития, учитывающего возможности удовлетворения личных потребностей людей, как во временном аспекте (будущими поколениями), так и в контексте равных возможностей для всех ныне живущих членов общества. Устойчивое развитие, как показали разработки многих ученых, невозможно без взаимосвязи в социально-экологических системах всех уровней задач по повышению экологической культуры, включая, научно-технический прогресс, охрану окружающей среды и рациональное использование всех видов ресурсов, социальной и демографической политики, информатизации общества в области экологии.

Основной предпосылкой становления современного общества на путь устойчивого развития является переход от антропоцентрических принципов взаимоотношений человека и природы к социоприродным. Приоритетной задачей становится формирование экологической культуры [1].

Экологическая культура – часть общечеловеческой культуры, система социальных отношений, общественных и индивидуальных морально-этических норм, взглядов, установок и ценностей, касающихся взаимоотношения человека и природы. Экологическая культура пока является понятием, не приобретшим четкого определения и общепризнанного значения.

В настоящее время экологическая сфера интенсивно осваивается культурологией. В изучении экологической культуры находят отражение два направления исследования, доминирующие в культурологии, - культура личности и культура общества. Появились современные концепции экологической культуры, описывающие сопричастность культурно-духовных и природных основ развития человеческой цивилизации. Наиболее известные из них: В. Бромлей, Э.В. Гирусов, Р. Маккенз.

Естественнонаучные аспекты проблем взаимодействия природы и общества наиболее полно рассмотрены в работах В.А. Анучина, В.И. Вернадского, Ж. Дорста, С.С. Шварца и др. Им принадлежит разработка методологического и понятийного аппарата современной экологии, раскрытия взаимосвязи биоценоза, введение понятий «биосфера», «ноосфера», что позволило заложить теоретические основы экологического мировоззрения [2].

Тесная связь между культурой и природой делает актуальной гармонизацию взаимоотношений человека и природы с ранних лет, задачу формирования экологической культуры в обществе, с целью повышения развития региона, а также взаимодействия между регионами-партнерами.

Целью данного научного исследования являются предложения по устойчивому развитию региона при осуществлении экологической политики региона.

Сегодня все больше регионов страны работают по реализации концепции «Устойчивого развития», согласно которой человечество должно согласовывать свою деятельность с законами природы, изменять потребительское отношение к природе, необходимость формирования всеми доступными средствами экологического мировоззрения граждан России, в первую очередь, детей [3].

Переход на устойчивое развитие не является гарантией для экономического благоденствия региона, учитывая острую конкуренцию в использовании ресурсов, как на локальном, так и на международном уровнях. Каждый субъект выступает в этом процессе, с одной стороны, как конкурент в использовании природных ресурсов для

реализации собственного экономического роста, а с другой – как партнер, заинтересованный в устойчивом сохранении природного потенциала, в том, чтобы как можно дольше пользоваться достигнутыми результатами. При этом каждый из партнеров по устойчивому развитию выступает, имея свои представления о приоритетных направлениях деятельности, возможностях и механизмах их реализации, прежде всего, в области развития промышленно-ресурсного потенциала, осуществления социально-экономической деятельности.

Региональный аспект концепции устойчивого развития предполагает в контексте глобальных вопросов учет целого ряда специфических особенностей того или иного региона страны: природных, этнических, социально-экономических, культурных и т.д. Экологическую культуру нельзя привнести в регион, она развивается как результат взаимодействия общества и окружающей его природной среды [4].

Для развития и формирования экологического сознания в регионе должны быть учтены следующие особенности:

- системный подход к изучению экологической культуры, включающий определение самого понятия, анализ элементов и структуры, выявление закономерностей развития экологической культуры, системный анализ феномена «устойчивое развитие»;

- синергетический подход, позволяющий рассмотреть регион как саморазвивающуюся систему;

- сравнительно-исторический подход к анализу идей и концепций развития человечества и проблем взаимодействия общества и природы;

- феноменологический подход, посредством которого изучаются такие феномены, как «экологическая культура», «регион», «устойчивое развитие»;

- социокультурный анализ изучения проблем устойчивого развития и современного состояния экологической культуры региона, включающий использование социологических методов,

- анализ существующих нормативных документов (международные, федеральные и региональные нормативные документы в области устойчивого развития, охраны окружающей среды, образования и т.д.);

- разработка новых нормативных документов их интеграция в общество, реализация на практике;

- анализ ценностных установок экологической культуры коренных народов региона через раскрытие традиций, обычаев и иных культурно-этнических особенностей народов;

- рассмотрение аспектов регионального экологического образования и воспитания как одной из форм развития экологической культуры [5].

В общем виде, сущность и основные стратегические идеи развития региональной экологической культуры раскрываются в концепции природопользования и экологической безопасности региона – документе, определяющем цели, задачи, программные ресурсы, принципы стратегии и тактики, средства достижения поставленных целей (гипотеза стратегии).

Перед регионом должны быть поставлены следующие задачи:

1. Формирование единого информационно-экологического пространства региона, объединение на базе библиотек всех информационных ресурсов области (района, города);
2. Обеспечение полной и всеобщей доступности экологической информации на основе создания эффективной системы комплектования фондов библиотек литературой экологической направленности;
3. Оптимизация и использование новых технологий в работе по каталогизации фондов экологической литературы и форм пользования библиотечными фондами;
4. Создание системы сотрудничества и взаимодействия всех систем и ведомств и организаций и учреждений природоохранной направленности;
5. Создание системы информационного и культурного содействия экологическому образованию учащихся;
6. Внедрение новых, инновационных индивидуальных и массовых формы работы в работе по экологическому образованию и просвещению
7. Пробуждение интереса к проблемам экологии, формирование экологического мировоззрения, воспитание экологической культуры общества;
8. Содействие сохранению и разумному использованию природных ресурсов района, направленность работы на конкретные задачи оптимизации экологической обстановки в регионе;
9. Оказание методической помощи в работе специалистов;
10. Координация и кооперация экологического движения, объединение вокруг экологического образования и просвещения района (города).

Таким образом, стратегическое управление и планирование развития экологической культуры предполагают рассмотрение условий развития различных видов хозяйственной деятельности региона, принятие решений при учете большого числа функций, затрат и выгод [7].

С принятием законов Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» и «Об образовании», соответствующие постановления Правительства возводят экологическое образование в разряд первостепенных государственных проблем. Появляются системы целенаправленного обеспечения знаниями, ценностными

ориентирами, необходимыми для воспитания экологической культуры, формирования эколого-осознанного поведения в природной среде, привития природоохранных навыков, использование разнообразных форм и методов экологического образования.

Актуальными остаются поиски эффективных стратегий и технологий экологического образования. При всем их многообразии сторонники различных точек зрения, едины в отношении необходимости формировать экологическое сознание личности. Однако все еще не выработан единый подход к целям и задачам экологического образования как первой ступени системы непрерывного экологического образования, отбору его содержания; не сложилось единой концепции, системы организации, слабо разработана проблема критериев и диагностики результатов, не детских образовательных учреждениях определены пути и условия экологического образования

Для достижения ранее поставленных задач необходимо активизировать весь потенциал культуры, произвести радикальную, гуманистическую переориентацию всей системы ее ценностей, в полной мере раскрыть непреходящую значимость природы для человеческого существования.

Для поддержания нового типа экологической культуры общество нуждается в специальных социальных институтах в широком понимании данного термина. Прежде всего, это научные и управленческие учреждения и предприятия экологического профиля. Далее, это социальные институты, деятельность которых намного обширнее непосредственно природоохранных задач, но которые, тем не менее, оказывают на них постоянное и сильное влияние. Среди таковых - средства массовой информации, от которых в значительной степени зависят формирование массового экологического сознания, исполнение просветительной функции, являющейся важнейшим фактором формирования экологической культуры в целом [8-10]. Не малую роль играет заинтересованность, энтузиазм исполнительных властей региона.

Становление экологической культуры открывает путь к созданию экологически ориентированного общества, т.е. общества, построенного на экологических принципах. Новый тип общества, основанный не на изменении внутри социальных отношений, как было ранее при замене одной общественно-экономической формации на другую, а на изменении взаимоотношений человека с природой, требует принципиально новых представлений о том, что считать критерием лучшего, прогрессивного.

Литература

1. Анопченко Т.Ю., Мурзин А.Д., Савон Д.Ю., Сафронов А.Е. Анализ рисков развития урбанизированных территорий // Экономика в промышленности. 2016. № 3. С.

202-208.

2. Жолобова Ю.С., Сафронов А.Е., Куший Н.А., Савон Д.Ю. Минимизация воздействия на окружающую среду при применении новых технологий обогащения углей и утилизации отходов добычи // Горный журнал. 2016. № 5. С. 109-112.
3. Кубиньски В., Кубиньска-Ябзон Е., Петров А., Дариуш С., Савон Д.Ю. Анализ рисков в горнодобывающей промышленности, связанных с безопасностью работы // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 11. С. 168-176.
4. Пешкова М.Х., Савон Д.Ю. Механизм государственно-частного партнерства при эколого-экономической оценке техногенных минеральных объектов // Горный журнал. 2016. № 10. С. 37-41.
5. Савон Д.Ю., Самарина В.П. Влияние параметров производства по переработке отходов угледобычи и обогащения на состояние окружающей среды. В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2017. С. 305-309.
6. Самарина В.П. Современные проблемы развития и кризиса в социально-экономических системах // Регион: системы, экономика, управление. 2015. № 1 (28). С. 38-41.
7. Тулупов А.С. Возмещение экологического вреда в экономике горного производства // Горный журнал. 2017. № 8. С. 61-65.
8. Баранов С.В., Скуфьина Т.П. Анализ информатизации Мурманской области и оценка издержек легализации типового программного обеспечения // Вопросы статистики. 2006. № 3. С. 84-86.
9. Самарина В.П., Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Перспективы развития науки и высшей школы в свете последних изменений, внесенных высшей аттестационной комиссией // ЭКО. 2007. № 2 (392). С. 13-27
10. Baranov S, Skufina T, Samarina V., Shatalova T. Dynamics of interregional differentiation in Russian regions based on the level of development of information and communication technologies. Mediterranean Journal of Social Sciences. 2015. № 6. С. 384.

МЕСТО РОССИИ В МИРОВОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Скуфьин Петр Константинович,

Геологический институт ФИЦ «Кольский научный центр Российской академии наук»

e-mail: skuf@geoksc.apatity.ru

Самарина Вера Петровна

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»

e-mail: samarina_vp@mail.ru

RUSSIA'S PLACE IN THE WORLD PRODUCTION OF HYDROCARBONS

Petr K. Skufin,

Geological Institute of the FRC "Kola scientific Center of the Russian Academy of Sciences"

Vera P. Samarina

Stary Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

В статье рассматривается место России в мировой добыче углеводородного сырья. Дана оценка современной и перспективной добычи нефти. Приведены особенности залегания нефти в осадочных породах. Оценены сосредоточенные в российской Арктике запасы нефти и газа. Представлены риски добычи нефти в арктической зоне России.

Ключевые слова: нефть, мировая добыча, углеводородное сырье, российская Арктика

The article discusses Russia's place in the world production of hydrocarbons. The estimation of modern and perspective of oil production. Lists the features of the abundance of oil in sedimentary rocks. Evaluated concentrated in Russian Arctic oil and gas reserves. Presents the risks of oil production in the Russian Arctic.

Keywords: oil, World Mining, hydrocarbon raw material, Russian Arctic.

Последние десятилетия прошедшего тысячелетия и наверняка первые десятилетия следующего проходили и будут проходить под знаком все возрастающего потребления важнейшего полезного ископаемого Земли – углеводородного сырья, и прежде всего – нефти. Нефть лежит в основе всех проблем экономики и политики богатейших и беднейших стран мира, нефть провоцирует начало всех финансово-экономических кризисов мира и помогает человечеству находить пути выхода из этих кризисов, нефть начинала все вооруженные конфликты последних десятилетий и заканчивала их, нефть тотально влияет на повседневную жизнь любого человека нашей планеты – и пресыщенного благами мира миллиардера, и голодного неграмотного крестьянина [1-6].

Нефть занимает ведущее место в мировом топливно-энергетическом хозяйстве, а также составляет основу нефтехимической промышленности. Её доля в общем потреблении энергоресурсов непрерывно растёт: 3 % в 1900 г., 5 % перед 1-й мировой войной (1914-1918 г.г.), 17,5 % накануне 2-й мировой войны (1939-1945 г.г.), 24 % в 1950 г., 41,5 % в 1972 г., 48 % в 2004 г., 51% в 2010 г. [7].

В таблице представлен список 12 ведущих стран по добыче нефти за 2016 год по данным ОПЕК [8].

Таблица. Топ-12 стран по добыче нефти за 2016 год

Рейтинг	Страна	млн тонн/год	в %
1		585,7	13,4
2		554,3	12,6
3		543,0	12,4
4		218,9	5,0
5		216,4	4,9
6		218,2	5,0
7		199,7	4,6
8		182,4	4,2
9		152,7	3,5
10		124,1	2,8
11		136,7	3,1
12		121,4	2,8

Мировая добыча нефти удваивается каждое десятилетие. Разведанные запасы нефти составляют (на 2016 г.) 268 млрд. т (1895 млрд. баррелей), неразведанные оцениваются в пределах от 50-350 млрд. т (или 350-2250 млрд. баррелей). За 30 лет мировые разведанные запасы нефти выросли примерно в 2 раза, но и потребление нефти за последние 40 лет выросло с 20 до 30 млрд. баррелей в год – 4,1 млрд. т (ежедневная добыча 95,0 млн. баррелей – 2016 г.). В России запасы нефти оцениваются (2013 г.) в 90 млрд. баррелей. Таким образом, при нынешних темпах потребления нефти в мире, ее разведанных запасов хватит примерно на 40 лет, неразведанных – ещё на 10-50 лет.

Следует отметить, что существенным нефтяным резервом человечества является нефть, законсервированная в битуминозных песках и в горючих сланцах. Запасы нефти только в битуминозных песках Канады и Венесуэлы составляют, соответственно, 1,7 и 2,0 трлн. баррелей, при ежедневной добыче, соответственно, 1,2 и 1,1 млн. баррелей в день [9]. Таким образом, хотя запасы битуминозных песков огромны, добыча нефти из них в обозримом будущем будет составлять всего несколько процентов от мировых потребностей.

Проблема в том, что существующие технологии добычи нефти из битуминозных песков требуют большого количества пресной воды и суммарных энергозатрат, составляющих (по некоторым оценкам) около 2/3 энергетического потенциала добытой таким образом нефти. Горючие сланцы содержат 2,8-3,5 трлн. баррелей извлекаемой нефти. Серьёзной проблемой опять же является неэкологичность производства нефти из

сланцев. Так, австралийский проект по производству нефти из сланцев был закрыт в 2004 г. благодаря усилиям движения Гринпис.

Несмотря на то, что нефть встречается в осадочных породах всех геологических периодов, её месторождения распределены по земному шару крайне неравномерно. В России ряд нефтяных месторождений известен в районе Грозного, в Тимано-Печорской области, на о-ве Сахалин и в Волго-Уральской области. В середине XX в. был открыт один из крупнейших в мире Западно-Сибирский нефтегазоносный бассейн.

В Западной Европе крупные залежи нефти открыты лишь в акватории Северного моря (на шельфах Великобритании, Норвегии и Дании). В мире на шельфе и прибрежных акваториях сегодня добывают 35% нефти и около 32% газа. Начало положено бурением первых морских скважин в середине XX века в мелком Мексиканском заливе. Опыт освоения богатств морского дна есть и в Европе. Уже более 30 лет в Северном море Норвегия и Англия ведут добычу нефти с морских платформ в таком объеме, что суммарный нефтяной экспорт этих двух стран соизмерим с российским. Норвегия благодаря добыче нефти стоит на первом месте по уровню жизни.

На арктическом шельфе сконцентрировано до 25% мировых запасов нефти и газа. Эксперты предупреждают, что все современные разрабатываемые месторождения нефти и газа за пределами арктического шельфа скоро иссякнут: британские скважины в Северном море исчерпают себя через 5 лет, норвежские – через семь, разрабатываемые нефтяные месторождения США – через 10, русские – нефтяные через 35, а газовые – через 65 лет.

Таким образом, сосредоточенные в Арктике запасы нефти и газа – это энергетическим резерв всего мира. В 2008 году Географическая служба США опубликовала доклад о подводных богатствах Арктики [9]. Согласно выводам специалистов, Западное (американское) полушарие богато нефтью, а Восточное – газом. По американским данным, за полярным кругом может находиться не менее 30% неразведанных мировых запасов газа и 13% процентов нефти. И большая часть этих запасов лежит на прибрежном шельфе (84%). Следует сразу отметить, что шельфы морей в среднем изучены всего на 7%, в то время как основные сухопутные нефтегазоносные регионы – более чем на 50%. Поэтому мы можем говорить только о потенциальных шельфовых запасах.

На российских северных территориях находится около 30 млрд. баррелей нефти и 33 трлн. м³ газа. В одном только Баренцевом море американские специалисты насчитали 11 млрд. баррелей нефти, что по текущим ценам, эквивалентно \$1,25 трлн. Что касается газа, то его в наших северных морях 11 трлн. м³ – на внешнем рынке за такой объём можно получить ещё \$4,35 трлн. [9]. Эти оценки касаются только самого факта наличия

запасов – геологи не берутся оценивать вопросы сложности добычи и прочие риски. А риски существенные – границы в Арктике по-прежнему спорные, стоимость работ подсчитать тоже затруднительно. Да и технологии извлечения полезных ресурсов для Арктического Севера еще не разработаны. Тем более что даже на суше при современном уровне технологии в России извлекают только порядка 30% выявленных запасов нефти, а в западных странах и Саудовской Аравии – до 50%.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №16-06-00056

Литература

1. Баранов С.В. Анализ и моделирование развития региональных систем (на примере зоны Севера). Воронеж, 2005.
2. Баранов С.В., Скуфьина Т.П. Статистический анализ дифференциации регионов зоны Севера в общероссийском контексте // Вопросы статистики. 2005. № 11.
3. Самарина В.П., Скуфьина Т.П. «Зеленая экономика» горнодобывающих регионов России: факты и тенденции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № 7. С. 267-272.
4. Самарина В.П. Совершенствование методологии управления социально-экономическим развитием проблемных регионов России: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук / Российская экономическая академия им. Г.В. Плеханова. Москва, 2010
5. Скуфьина Т.П., Самарина В.П. Проявление эффекта декаплинга в промышленно развитом регионе (на примере Мурманской области) // Горные науки и технологии. 2013. № 12. С. 205-211.
6. Скуфьина Т.П. Проблемы измерения социально-экономического неравенства регионов Российской Федерации // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2007. Т. 2. № 18. С. 160.
7. Скуфьин П.К. Нефтяная альтернатива человечества. Вестник Кольского Научного центра. № 1. 2012. С. 38-54.
8. OPEC Annual Statistical Bulletin 2017.
9. US Energy Information Authority: Gas and Oil. New York. 2011. 870 p.

УДК 620.9

**СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
РОССИИ С УЧЕТОМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

Ченцова Елена Павловна

Москаленко Д.И.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»
e-mail: chencowa@mail.ru*

**STRATEGY OF THE DEVELOPMENT OF THE METALLURGICAL
INDUSTRY OF RUSSIA TAKING INTO ACCOUNT THE ENERGY-EFFECTIVENESS**

Chentsova E. P.

Moskalenko D.I.

Stary Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

Статья посвящена проблеме развития металлургической промышленности России. Раскрыты особенности формирования стратегии развития металлургии с учетом энергоэффективности. Указаны взаимосвязи развития городов, регионов и металлургических предприятий, территориально там присутствующих.

Ключевые слова: стратегия; металлургическая промышленность; стратегия развития металлургии, энергоэффективность.

Abstract. The article is devoted to the problem of the development of the metallurgical industry in Russia. The features of the formation of the strategy of development of metallurgy with regard to energy efficiency are disclosed. The interrelations of the development of cities, regions and metallurgical enterprises, geographically present there, are indicated.

Keywords: strategy; metallurgical industry; metallurgy development strategy; energy efficiency

Сейчас ни у кого уже не вызывает сомнения, что грамотная и продуманная стратегия в условиях современной экономики является важнейшим и основополагающим условием успеха. Несмотря на то, что Россия за последние 6 лет укрепила свои позиции на мировой арене стран по показателю Глобального индекса конкурентоспособности, поднявшись с 67-го места в 2011 г. до 38-го к концу 2016 г., многие проблемы требуют решения [1].

Разработка стратегии развития необходима и для различных промышленных комплексов, городов, регионов и страны в целом. Металлургия – одна из наиболее развитых отраслей в российской экономике. По важности для российской экономики,

металлургическая отрасль занимает второе место после нефтегазовой промышленности [2;3].

Вклад металлургии в валовой внутренний продукт РФ составляет 2,5 %, в добавленную стоимость обрабатывающей промышленности – 17,4 %, в экспорт – 10,0 %, в экспорт обрабатывающей промышленности – 29,2 % в занятость – 2,6 %. На металлургических предприятиях занято более 900 тысяч человек, более чем в 55 городах металлургические предприятия являются градообразующими [4].

Однако, не смотря на успехи, которые были достигнуты в данной отрасли, разработка плана развития является необходимым условием для дальнейшего благополучного развития металлургической промышленности. Поэтому правительство Российской Федерации актуализировало стратегию развития металлургической промышленности России на период до 2030 года, которая направлена на реализацию долгосрочных целей и приоритетных задач.

Наиболее значимыми направлениями будущего периода являются мероприятия в сфере энергоэффективности и экологии. Основная цель этих программ – снижение потребления энергетических ресурсов и сокращение объема выбросов загрязняющих веществ в металлургической отрасли. Цели в сфере энергосбережения; уменьшение негативного воздействия на экологию, снижение себестоимости производства за счет сокращения потребления топливно-энергетических ресурсов и достижения сырьевой независимости металлургической промышленности [4].

Укажем основные приоритетные инвестиционные проекты предприятий металлургической промышленности России, отраженные в стратегии развития металлургической промышленности России на период до 2030 года, реализуемые в городах присутствия УК «Металлоинвест»: строительство дробильно-конвейерного комплекса в карьере МГОК (г. Железногорск, 2018 г.); организация производства концентрата из окисленных кварцитов на МГОКе (г. Железногорск, 2018-2020 гг.); модернизация ЦГБЖ-2 на ЛГОКе (г. Губкин, 2018-2019 гг.) [4].

Приоритетные проекты в металлургии должны способствовать не только эффективному развитию всего комплекса, а обеспечивала соблюдение интересов государства и других сфер деятельности, не создавая дисбаланса в экономическом и социальном развитии в регионах и в стране в целом.

Соответственно, исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что стратегия развития металлургической промышленности необходима для того, чтобы было обеспечено: - инновационное обновление в отрасли; повышение экономической эффективности металлургической промышленности; снижение вредного воздействия

предприятий отрасли на окружающую среду; повышение конкурентоспособности продукции; повышение качества и увеличение объема поставок на внутренние и внешние рынки.

С развитием металлургических предприятий тесно связано зависящее от них экономическое развитие городов: развитие других отраслей промышленности (машиностроение, металлообработка, строительство, производство строительных материалов, легкая и перерабатывающая промышленности и др.); развитие сети предприятий по строительству и ремонту металлургических предприятий и оказанию услуг; транспортная инфраструктура; жилищно-коммунальное хозяйство; материально-техническое снабжение; финансовый сектор в экономике.

То же относится и к социальному развитию городов: социально-демографическая структура и занятость населения; жилищное строительство и строительство объектов социальной сферы; развитие образования, здравоохранения; развитие культуры и сферы услуг и пр.

Таким образом, можно сделать вывод, что реализация стратегии металлургии необходима для того, чтобы точно понимать возможности и перспективы развития отрасли, поскольку от того, как будет развиваться данная отрасль зависит еще и социально-экономическое состояние регионов и страны в целом.

Список литературы:

1. Ченцова Е.П., Ткачева А.С. Анализ драйверов и ограничений развития России на основе данных глобального индекса конкурентоспособности // Креативная экономика. – 2017. – Том 11. – № 12. – С. 1409-1424. – DOI: 10.18334/ce.11.12.38642
2. Заякина И.А. Оценка эффективности деятельности предприятия горно-металлургического комплекса // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы XI Всероссийской научно -практической конференции с международным участием. -Старый Оскол, СТИ НИТУ «МИСиС», 2014. - Т.2 - С.221 -225.
3. Заякина И.А., Куприянова Ю.В. Анализ состояния и перспективы развития металлургической отрасли // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Двенадцатой Всероссийской научно-практической конференции. - Старый Оскол, СТИ НИТУ «МИСиС», 2015. - С. 108-110.
4. Приказ Минпромторга России от 05.05.2014 N 839 "Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до

2030 года". [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». (Дата обращения: 25.09.2018).

5. Рассолов В.М., Самарина В.П. Формирование инвестиционного климата крупного металлургического предприятия // В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2014. С. 165-169.

6. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Эффективность деятельности российских предприятий черной металлургии на мировом рынке // Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 643-647.

ГРНТИ 10.53.30

**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В РАМКАХ
ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ МОНОГОРОДОВ**

Ченцова Елена Павловна

Осипова М.А.

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) НИТУ «МИСиС»
e-mail: chencowa@mail.ru*

Ткачева А.С.

*г. Белгород, Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
НИУ «БелГУ»*

**RATIONAL NATURE MANAGEMENT WITHIN THE FRAMEWORK OF THE
FORMATION OF THE STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF MONOCIANS**

Chentsova E. P.

Osipova M.A.

Stary Oskol Technological Institute, branch of National Research Technological University "MISIS"

Tkacheva A.S.

Belgorod National Research University

The article is devoted to the problems of environmental management in the framework of the formation of the development strategy of single-industry cities. Disclosed features of the functioning of single-industry cities. Recommendations for the implementation of environmental management in single-industry towns are proposed.

Keywords: single-industry towns; rational use of natural resources; development strategy of a single-industry company.

Статья посвящена проблемам рационального природопользования в рамках формирования стратегии развития моногородов. Раскрыты особенности функционирования моногородов. Предложены рекомендации по осуществлению рационального природопользования в моногородах.

Ключевые слова: моногорода; рациональное природопользование; стратегия развития моногорода.

В результате хозяйственной деятельности человека выстраиваются связи между обществом и окружающей природной средой, которые в свою очередь формируют очертания природопользования. В идеале эти взаимоотношения должны носить гармонический характер, тогда можно говорить о рациональном природопользовании.

Экономический рост любого государства возможен только в случае устойчивого развития всех его территориальных единиц, в том числе и моногородов [1-3]. В этой связи рациональное природопользование должно предопределять вектор управления экономикой монопрофильных городов, поскольку в муниципальных образованиях такого типа проживает четверть населения страны.

Несмотря на то, что до сих пор не существует четкого определения категории «моногород», можно выделить критерии, характеризующие монопрофильные города и определяющие характер природопользования. Укажем их: наличие предприятия или нескольких предприятий, осуществляющих деятельность в рамках единого производственно-технологического процесса, на котором занято на основной работе более 25% экономически активного населения; наличие в населенном пункте предприятия или нескольких предприятий, осуществляющих деятельность в рамках единого производственно-технологического процесса, на долю которых приходится более 50% объема промышленного производства.

Таким образом, моногород представляет собой сложную систему, в которой город, предприятие и природная среда неразрывны. При этом градообразующее предприятие выполняет не только экономические, социальные функции, но и природоохранные функции, обеспечивая условия жизнедеятельности в населенном пункте [4-6]. В свою очередь комплекс мер должен предполагать: охрану невозобновляемых природных ресурсов, охрану живой природы, охрану окружающей среды.

Далее укажем основные проблемы моногорода в современных условиях (рис. 1).



Рис. 1. Значимые проблемы моногородов РФ

Проблемы моногородов во многом обусловлены жесткой зависимостью между развитием всех сфер жизнедеятельности города и финансово-экономическим положением градообразующего предприятия.

Стратегия развития моногорода обязательно должна включать аспекты экологических проблем. Решение проблем рационального природопользования моногородов безусловно требует комплексного подхода и невозможно без содействия органов государственного управления в их решении. Необходимы комплексные улучшения в законодательной, нормативной базах, которые на сегодняшний день могут быть в полном объеме реализованы только в рамках создания особых условий социально-экономического развития. При формировании стратегии развития моногорода с учетом проблем природопользования следует обращать на ряд факторов, представленных на рисунке 2.



Рис. 2. Факторы рационального природопользования в условиях моногородов

На федеральном уровне эти задачи сводятся к формированию основных положений государственной политики рационального природопользования моногородов. В настоящее время принят к действию паспорт национального проекта «Экология», который включает в себя национальные цели и стратегические задачи экологического развития России до 2024 года [5].

Нацпроект включает в себя одиннадцать федеральных проектов. Перечислим их: «Чистая страна», «Комплексная система обращения с ТКО», «Инфраструктура для

обращения с отходами 1-2 класса опасности», «Чистый воздух», «Чистая вода», «Оздоровление Волги», «Сохранение озера Байкал», «Сохранение уникальных водных объектов», «Сохранение биологического разнообразия и развития экологического туризма», «Сохранение лесов», «Внедрение наилучших доступных технологий». Нацпроект будет реализован по пяти направлениям: «Отходы», «Вода», «Воздух», «Биоразнообразие», «Технологии» [7].

Наиболее значимым для моногородов, как нам представляется, является проект «Внедрение наилучших доступных технологий». Данное направление предполагает обновление парка оборудования и технологий промышленных предприятий для снижения образования отходов и выбросов промышленности. С 2019 года на наилучшие доступные технологии предстоит перейти крупнейшим загрязнителям списка Минприроды.

Таким образом, решение проблем рационального природопользования в условиях моногородов носит комплексный характер и требует четкого и слаженного взаимодействия всех уровней власти, местного самоуправления, хозяйствующих субъектов, общества в целом.

Список литературы:

1. Ченцова Е.П. Формирование, развитие моногородов и градообразующих предприятий // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции, Том II, 23-25 ноября 2016 г. – Старый Оскол, 2016. - С. 248-252.
2. Ченцова Е.П., Ткачева А.С. Актуальные направления развития монопрофильных муниципальных образований Российской Федерации // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции, Том II, 23-25 ноября 2016 г. – Старый Оскол, 2016. - С. 260-263.
3. Ченцова Е.П., Ткачева А.С., Заякина И.А. Региональные аспекты повышения эффективности использования инновационного потенциала персонала// Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции, Том II, 23-25 ноября 2016 г. – Старый Оскол, 2016. - С. 257-260.
4. Кох И.А. Тенденции социального развития монопрофильных городов с градообразующим предприятием / И.А. Кох // Научный вестник Уральской академии государственной службы: политология, экономика, социология, право. – 2009 – №4(9). – С. 14-17.

5. Черникова А.А., Самарина В.П., Полева Н.А. Некоторые особенности влияния экономического кризиса на регионы России // Региональная экономика: теория и практика. 2010. № 25. С. 8-18.
6. Самарина В.П., Черникова А.А., Полева Н.А. Функциональный подход к ранжированию селитебных пространственных экономических образований // Фундаментальные исследования. 2015. № 6-3. С. 617-621.
7. Официальный сайт некоммерческой организации «РОСЭКОПРО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rosekopro.ru/news/25072018> (Дата обращения: 25.09.2018).

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В МИРЕ И В РОССИИ

Подгородецкий Геннадий Станиславович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Россия, Москва,

Научно-образовательный центр «Инновационные металлургические технологии»

[*podgs@misis.ru*](mailto:podgs@misis.ru)

Ленинский проспект 4, 8(495) 955-00-22

***Аннотация:** Рассмотрены особенности развития черной металлургии в начале XXI века. Проведен сравнительный анализ основных черт развития черной металлургии в ведущих странах и в РФ. Приведены сравнительные данные по развитию доменного производства в Китае и России. Намечены наиболее перспективные направления развития первого передела в металлургии черных металлов России.*

Ключевые слова: черная металлургия, сталь, чугун, доменное производство.

MODERN CONDITION AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF FERROUS METALLURGY IN THE WORLD AND IN RUSSIA

Podgorodetskiy Gennadiy Stanislavovich

National University of Science and Technology «MISiS», Russia, Moscow

Leninskiy prospect 4, 8(495) 955-00-22

***Abstract:** The features of the development of ferrous metallurgy at the beginning of the XXI century are considered. A comparative analysis of the main features of the development of ferrous metallurgy in the leading countries and in the Russian Federation has been carried out. Comparative data on the development of blast furnace production in China and Russia are given. The most promising directions for the development of the first redistribution in the steel industry of Russia are outlined.*

Keywords: steel industry, steel, cast iron, blast furnace production.

Введение.

Настоящая публикация является продолжением и развитием материалов, приведенных в докладе, прочитанном автором на конференции в Старом Осколе в 2016 г. [1]. За последние 2 года наметились новые тенденции в металлургии черных металлов. В данной работе предпринята попытка анализа наиболее перспективных направлений в металлургии черных металлов, в особенности относящихся к первому переделу.

Производство стали.

Поданным WorldSteelAssociation [2] мировое производство стали в 2015 году составило 1, 691 млрд. т. Динамика производства стали по странам-лидерам за период 2012-2017 гг. приведена в табл. 1. Мировым лидером в области производства стали в течение последних лет остается Китай. В 2017 г. в Китае выплавлено 831,7 млн. т. Второе место в мире по производству стали по прежнему занимает Япония. Практически догнала Японию Индия, которая выплавил в 2017 г. 101,4 млн. т стали. Четвертое место занимает США с результатом 81,6 млн. т. Россия в 2017 г. произвела 71,3 млн. т стали, и занимает пятое место в мире. На шестом месте находится Южная Корея. Производство стали в Германии составило в 2015 г. 43,6 млн. т. На восьмое место в мире по производству стали вышла Турция, которая обогнала Бразилию, и произвела в 2017 г. 37,5 млн. т стали. Украина, занимавшая десятое место уступила место Италии, объем производства стали в которой в 2017 г. составил 24,0 млн. т.

Рост мирового производства стали продолжается. Так консалтинговая компания MEPS ожидает, что мировое производство стали увеличится в 2018 году на 4,6 процента и составит 1,79 млрд. т [3]. Это значительное увеличение обусловлено, в частности, ожидаемым приростом в 6,3 процента в производстве стали в Китае.

Далее компания MEPS [3] прогнозирует рост мирового производства стали, за исключением Китая, примерно на 3 процента в 2018 г. Это в 4 раза больше, чем в прошлом году. Глобальный рост спроса на сталь остается в 2018 г. на уровне прошлого года. Однако, достигнув дна в конце 2015 - начале 2016 года, циклическое восстановление на рынке стали, похоже, достигает своего зенита. Показатели говорят о том, что экономический подъем замедляется. MEPS прогнозирует, что в мировом производстве и потреблении стали в 2019 году или произойдет небольшой рост или останется на уровне текущего года.

Новым вызовом в 2017 – 2018 годах стала эскалация международных торговых споров, связанная с политикой президента США Трампа. Растущая волна протекционистских мер в значительной степени влияет на перспективы на 2019 год как для потребления стали, так и для мировой экономики в целом. Ожидается, что торговые

барьеры нарушат глобальные цепочки поставок и будут препятствовать спросу у конечных потребителей изделий, содержащих сталь. Кроме того, они, по прогнозам, будут отрицательно влиять на доверие бизнеса и инвестиции[3].

Таблица 1 – Производство стали странами лидерами в период 2011 – 2016 гг., млн. т[2]

Место	Страна	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Китай	716,5	779,0	822,8	803,8	808,4	831,7
2	Япония	107,2	110,6	110,7	105,2	104,8	104,7
3	Индия	76,7	81,2	87,3	89,6	95,6	101,4
4	США	88,6	87,0	88,2	78,9	78,6	81,6
5	Россия	70,6	69,4	71,5	71,1	70,8	71,3
6	Ю. Корея	69,3	66,0	71,5	69,7	68,6	71,1
7	Германия	42,7	42,6	42,9	42,7	42,1	43,6
8	Турция	35,9	34,7	34,0	31,5	33,2	37,5
9	Бразилия	34,7	34,2	33,9	33,2	30,2	34,4
10	Украина/ Италия	32,9	32,8	27,2	22,9	24,2	21,3/ 24.0
Мир в целом		1548,0	1582,5	1670,2	1622,8	1628,5	1691,2

Одним из важнейших показателей, характеризующих уровень развития не только черной металлургии, но и уровень развитие страны в целом, является подушное производство стали. Уровень подушного производства стали в 2011 и 2015 годах приведен на рис. 1.

Первое место в мире по подушному производству стали по-прежнему занимает Южная Корея. В ней произведено в 2017 г. 1,379 т стали/чел. Стабильно высокий уровень удельного производства стали демонстрирует Япония, подушное производство стали в которой составило 0,825 т стали/чел. Продолжился обвал производства стали на Украине, занимавшей в 2011 г. третье место в мире. К 2017 г. удельное производство стали на Украине составило 0,497 т/чел. На третьем месте находится Китай, удельное производство в котором в 2017 г. составило 0,605 т/чел. Практически догнала по удельному производству Германию и Россию Турция, подушное производство стали в которой составило 0,482 т/чел. Высокий рост удельного производства стали демонстрирует Индия, где подушное производство в 2017 г. составило 0,079 т/чел. Удельное производство стали в мире за период 2011 – 2017 годы возросло с 0,218 т стали/чел. до 0,227 т/чел.

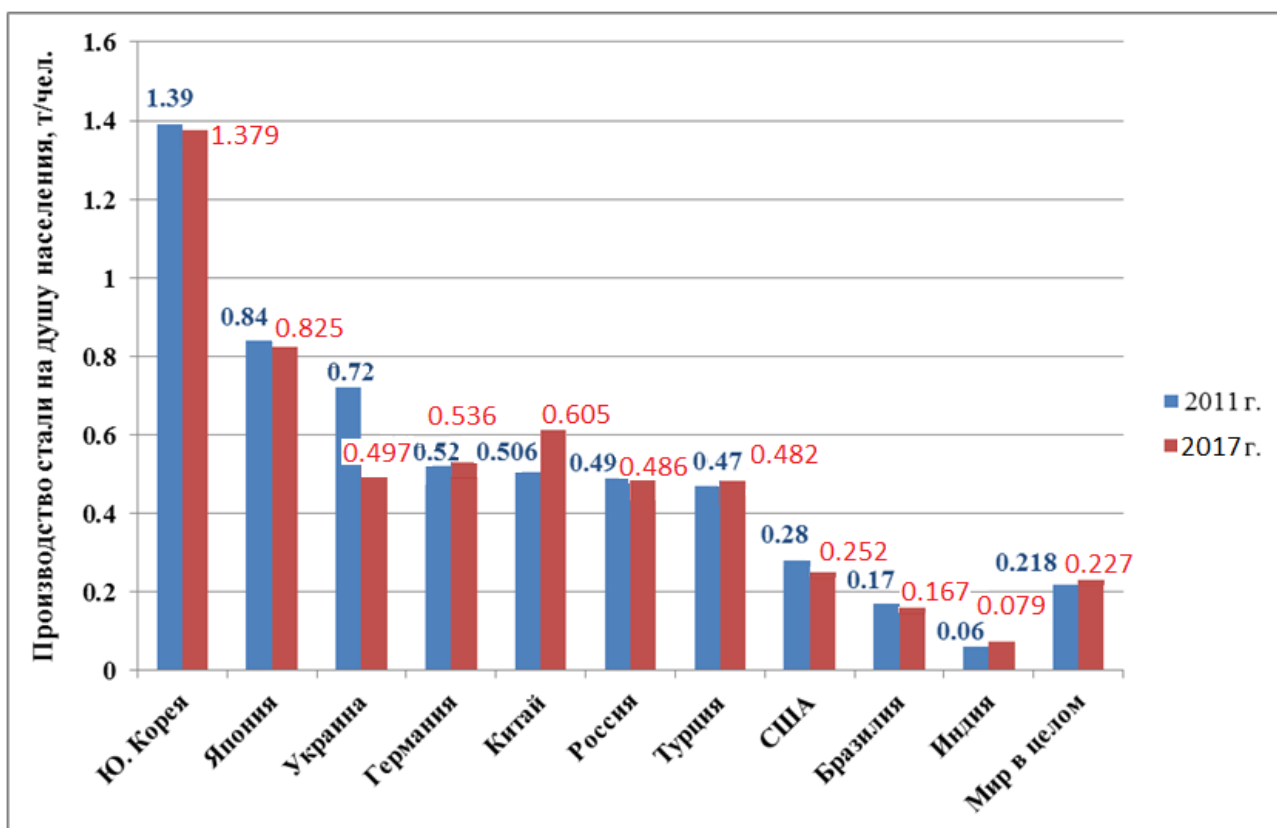


Рисунок 1 – Подушевое производство стали в странах-лидерах в 2011 и 2015 годах, тонн в год на человека [2,4].

Обстоятельный анализ приведенных расчетов был выполнен в работе [1]. Все выводы, сделанные в упомянутой работе, оказались актуальными и в настоящее время. Наибольшее подушевое производство стали по-прежнему демонстрируют такие индустриально развитые страны как Япония и Южная Корея. Оставаясь лидерами в «продвинутых» отраслях промышленности они не снижают внимания черной металлургии.

Китай продолжает стремительно наращивать производство стали, что следует из вышеприведенных данных.

Удельное производство стали в РФ стабилизировалось на уровне 0,48-0,49 т/чел. в год.

Продолжает наращивать производство стали Индия.

Производство чугуна.

По данным WSA [2] около 70% стали в 2017 г. выплавлялось с применением доменного чугуна. Мировое производство чугуна в 2012 – 2017 гг. странами лидерами приведено в табл. 2. Мировое производство чугуна в 2017 г. составило 1,175 млрд. т.

Таблица 2 - Производство чугуна странами лидерами в период 2012 – 2017 гг., млн. т [2]

Место	Страна	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	Китай	670,1	709,0	711,6	691,4	700,7	710,8
2	Япония	81,4	83,8	83,9	81,0	80,2	78,3
3	Индия	48,0	51,4	53,8	57,3	63,0	65,4
4	Россия	50,5	50,1	51,5	52,7	51,8	51,6
5	Ю. Корея	41,7	41,0	46,9	46,7	46,3	46,3
6	Бразилия	26,9	26,2	26,9	27,8	26,0	28,4
7	Германия	27,0	27,2	27,6	27,6	27,3	28,5
8	США	32,1	30,3	29,3	25,3	22,3	22,3
9	Украина	28,5	29,1	24,8	22,1	23,7	20,3
10	Тайвань	11,8	13,3	14,5	14,3	14,9	14,9
Мир в целом		1124,3	1168,4	1179,5	1154,7	1160,2	1175,0

Анализ мирового производства чугуна, выполненный в работе [1] остался также актуальным в настоящее время.

Все лидеры остались прежними. Более 60% мирового производства чугуна выплавляет Китай. Следует отметить, что в настоящее время доменное производство Китая занимает лидирующие позиции в мире не только по объемам производства, но и по уровню развития технологии. Ниже мы рассмотрим показатели работы мощных доменных печей Китая и сравним с показателями работы доменных печей РФ.

В целом чугун остается востребованным полупродуктом, его использование в производстве стали не снижается. Это связано с все более широким применением первичного металла в производстве современных марок стали.

Важным показателем, характеризующим уровень развития производства, остается доля чугуна, используемая при выплавке стали. Динамика изменения отношения чугун/сталь приведено на рис. 2.

Отношение чугун/сталь в 2011 и 2017 гг. по странам-лидерам приведено на рис. 3.

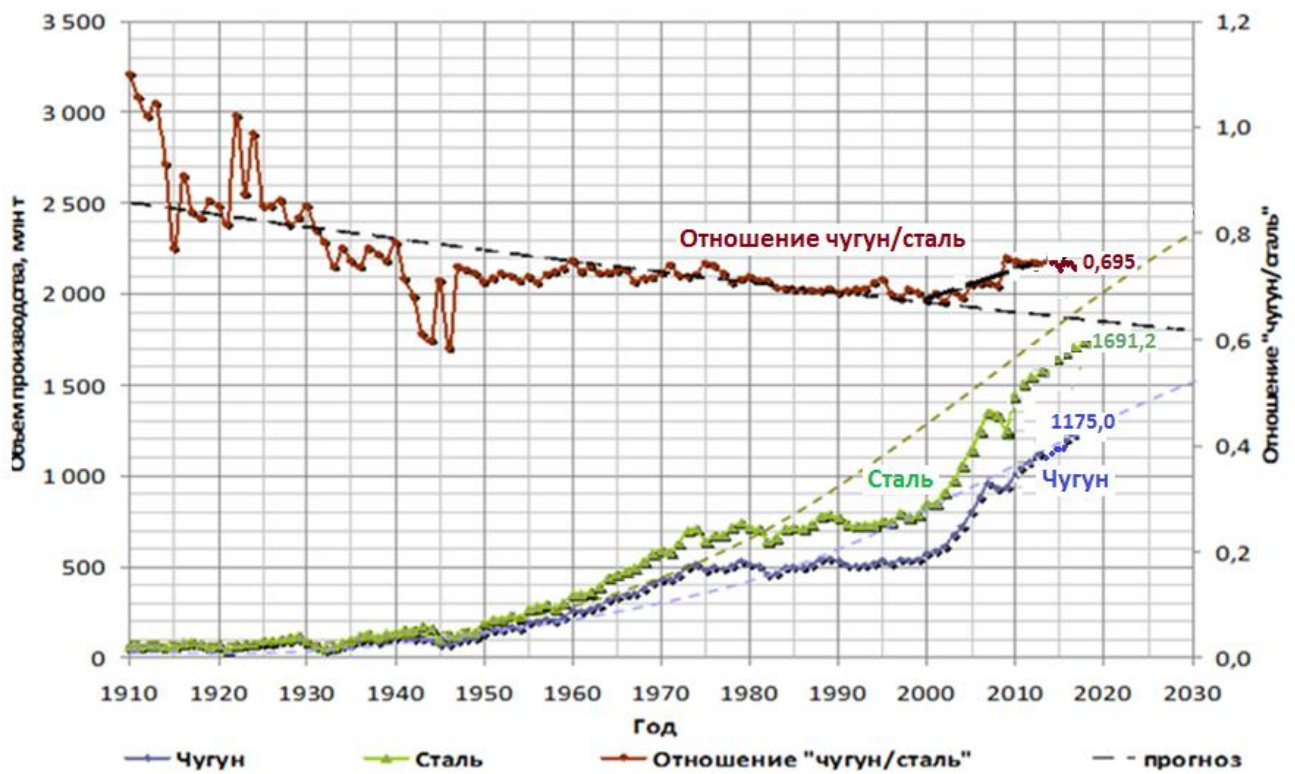


Рисунок 2 – Мировое производство стали и чугуна. Отношение чугун/сталь [1].

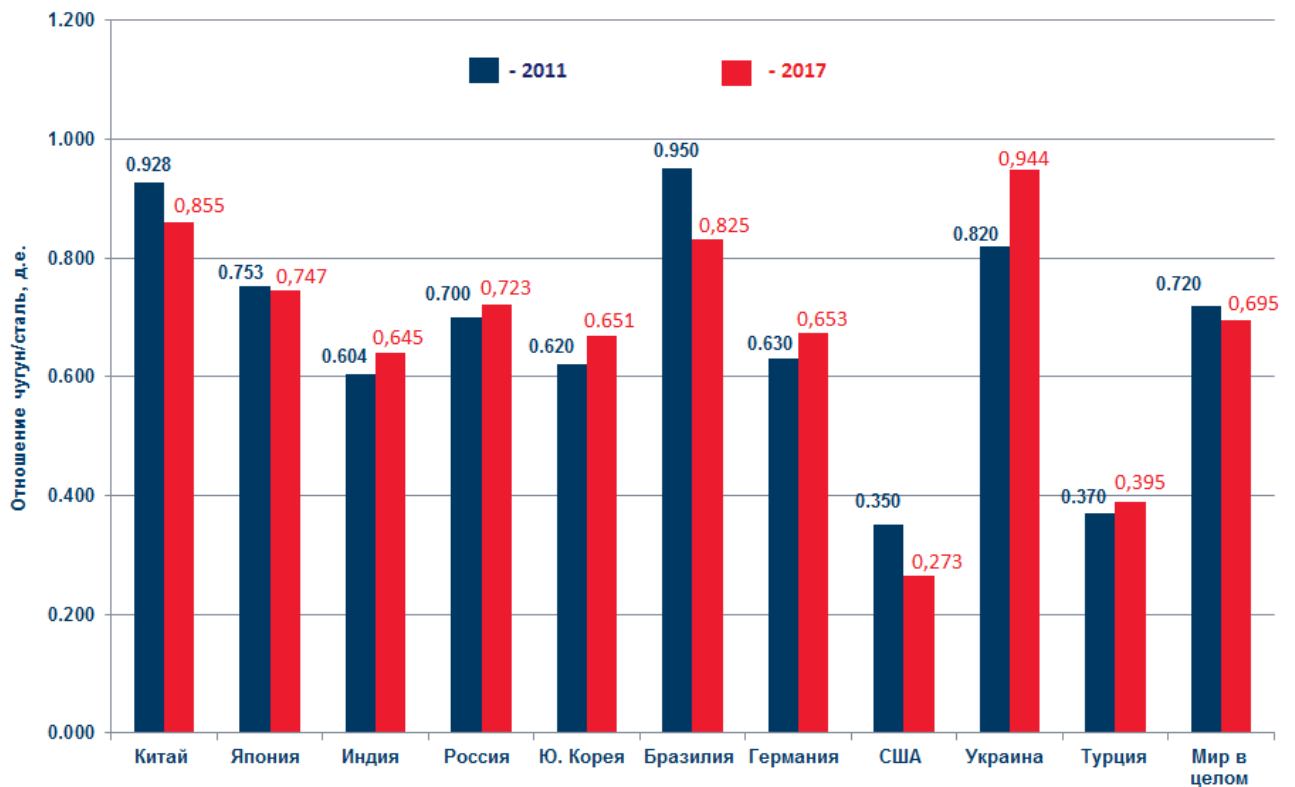


Рисунок 3 – Отношение чугун/сталь в странах-лидерах в 2011 и 2017годах.

За прошедшие с 2011 года шесть лет отношение чугуна/сталь в мире несколько снизилось с 0,72 до 0,695, что связано в основном со снижением этого отношения в Китае (с 0,928 до 0,855). По-прежнему на высоком уровне находится отношение чугуна/сталь в наиболее развитых в области черной металлургии странах – Японии, Германии и Южной Кореи.

Производство железа прямого восстановления.

Полноценной заменой первичному металлу – чугуну может стать железо прямого восстановления. Несмотря на некоторые задержки в темпах развития, это направление черной металлургии имеет очень серьезные перспективы. Это связано, прежде всего, с высокой чистотой прямо восстановленного железа (ПВЖ) по примесям цветных металлов. С этой точки зрения наиболее предпочтительными являются так называемые «газовые» методы восстановления железа, в которых не происходит дополнительного загрязнения продуктов цветными металлами, содержащимися в золе кокса или углей. Динамика производства ПВЖ в первой десятке стран-производителей приведена в табл. 3.

Таблица 3 – Производство ПВЖ, страны ТОП-10, млн. т [2].

Место	Страна	2012	2013	2014	2015	2016
1	Индия	23,4	22,6	24,5	22,6	27,0
2	Иран	11,6	14,5	14,5	14,5	16,0
3	Россия	5,1	5,3	5,3	5,4	5,8
4	Мексика	5,6	6,1	6,0	5,5	5,3
5	Сауд. Аравия	5,7	6,1	6,5	5,8	5,1
6	ОАЭ	2,7	3,1	2,4	3,2	3,5
7	Египет	3,1	3,4	2,9	2,5	2,6
8	Катар	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5
9	США	-	-	1,3	1,1	1,8
10	Оман	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4
Мир в целом		76,9	79,6	81,3	76,0	78,3

Первое место в мире по производству ПВЖ занимает Индия. Это связано в основном с проблемами развития доменного производства в стране (отсутствует база коксующихся углей). Помимо газовых методов, в Индии получили развитие и другие (углетермические) методы внедоменного производства железа.

Второе место в мире занимает Иран, располагающий обширными запасами дешевого природного газа. В статистических данных WSA отсутствуют выверенные данные по производству ПВЖ в 2017 году. Однако известно, что в 2017 году на ЛебГОКе была запущена третья установка газового восстановления, и количество произведенного ПВЖ в России в 2017 возросло до 7 млн. т[5]. Во всех остальных странах, приведенных в табл. 3, также получили развитие газовые методы восстановления, что связано с наличием у них источников дешевого природного газа.

Несмотря на существенные преимущества газовых методов восстановления, объем производства ПВЖ в мире в 2016 г. составил 6,7% от мирового производства чугуна. Основным первичным продуктом остается и останется на десятки лет доменное производство.

Сравнительный анализ доменного производства России и Китая.

Основные показатели работы доменных печей РФ за 2016 г. приведены в статьях [7,8]. В 2016 году средний расход кокса на сухую массу составил 413,2 кг/т. чугуна, расход каменного угля – 20,6 кг/т, расход природного газа – 96,7 нм³/т. Из приведенных данных видно, что вдувание ПУТ в РФ находится на минимальном уровне. Содержание железа в железорудной части шихты, расходы кокса и ПУТ на металлургических комбинатах РФ приведены в табл.4.

Таблица 4 – Сравнительные данные по содержанию железа, расходу кокса, вдуванию ПУТ на металлургических предприятиях РФ

Комбинат	Fe ЖРЧШ, %	Кокс, кг/т	ПУТ, кг/т
ЧерМК	61,6	404,1	17,7*
НЛМК	57,9	370,7	49,1
ММК	58,3	446,6	-
ЕВРАЗ НТМК	57,6	369,0	44,0
ЕВРАЗ ЗСМК	57,3	430,2	39,8
“Тулачермет”	58,7	445,2	-
“Уральская Сталь”	55,5	466,6	-
Чел.МК	Н.д.	452,0	-
Надеждинский МЗ	55,5	452,0	-
Среднее, РФ	-	413,2	20,6

* - Загрузка кускового угля в доменные печи

Для сравнения в 2013 г. в КНР средний расход кокса составил 362 кг/т чугуна, среднее количество вдуваемого ПУТ – 149 кг/т [9].

На рис. 4 приведены энергетические затраты при производстве чугуна на предприятиях РФ в первом полугодии 2016 г. Наилучшие удельные расходы условного топлива наблюдается на предприятиях: ЕВРАЗ НТМК, «Тулачермет», НЛМК и ЧерМК. Средняя величина энергоёмкости передельного чугуна по РФ составила 656, 3 кг у.т./т чугуна [8].

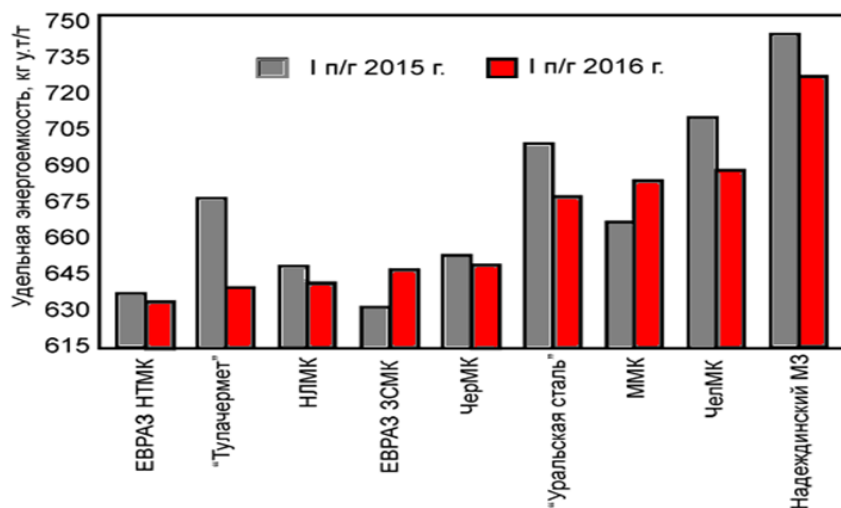


Рисунок 4 - Удельная энергоёмкость передельного чугуна на предприятиях РФ.

Из данных, приведенных в табл. 4 видно, что наилучшие показатели по суммарному расходу кокса характерны для ОАО «Северсталь», ОАО «НЛМК», ОАО «ЕВРАЗ НЛМК». Наибольшее количество ПУТ вдувается на НЛМК и НТМК (49,1 и 44,0 кг/т чугуна соответственно) [7].

Ниже для сравнения приведены данные работы доменных печей КНР. На рис. 5 приведены расходы кокса, загрузка коксового ореха, вдувание ПУТ и приведенный расход удельного топлива на доменных печах Китая.

Наилучшие показатели демонстрируют сверхмощные доменные печи КНР (более 4000 м³). Основные показатели сверхмощных доменных печей Китая приведены в табл. 5. При среднем расходе кокса на уровне 275 – 320 кг/т чугуна и расходе коксового ореха от 7 до 59 кг/т количество вдуваемого ПУТ составляет 139 – 183 кг/т чугуна. Важнейшим показателем является приведенный расход энергоносителей, который составляет для сверхмощных доменных печей от 484 до 568 кг/т чугуна. Этот параметр более чем на 100 кг ниже, чем на лучших доменных печах РФ.

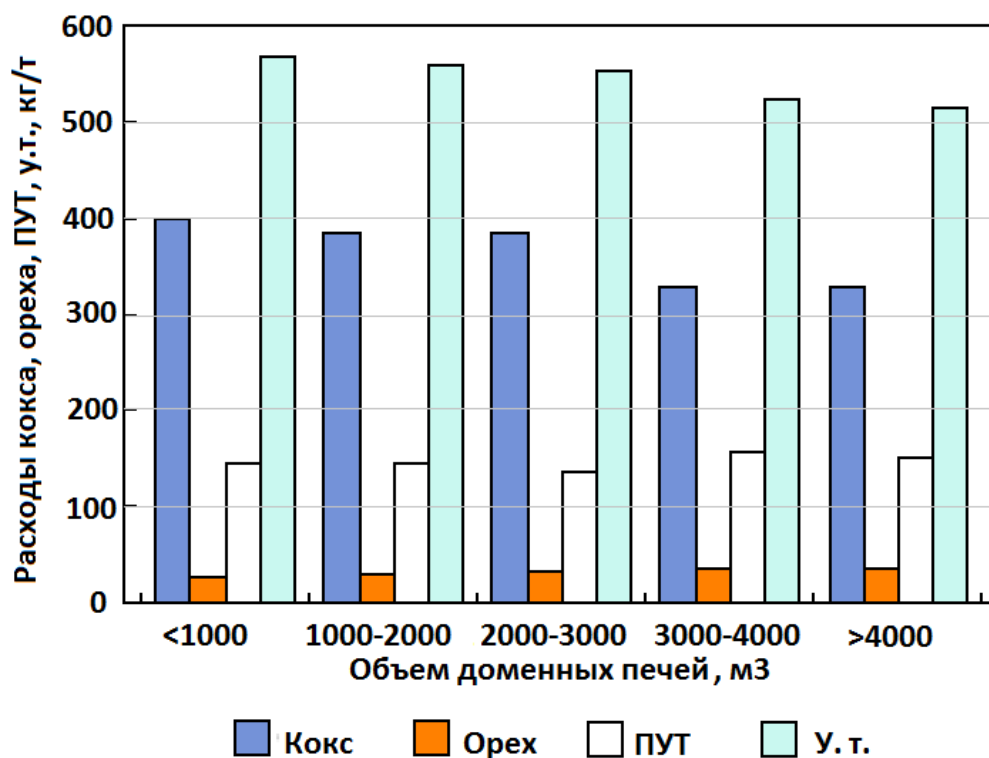


Рисунок 5 – Удельная энергоёмкость передельного чугуна на предприятиях Китая[10].

Таблица 5 – Основные показатели работы сверхмощных доменных печей Китая [10].

№ п/п	Доменная печь	V, м³	т/м³ сут.	t дут., °C	Расход топлива, кг/т				Fe,%
					У.т.	Кокс	Орех	ПУТ	
1	Baosteel No. 1	4 966	2.00	1 209	491	302	24	165	59.61
2	Baosteel No. 2	4 706	2.17	1 235	486	285	26	175	60.02
3	Baosteel No. 3	4 850	2.00	1 209	494	312	26	156	60.16
4	Baosteel No. 4	4 747	2.11	1 253	489	289	26	174	59.65
5	Tisco No. 5	4 350	2.31	1 140	520	330	7	183	59.43
6	Magang No. A	4 000	2.17	1 217	513	280	81	152	58.05
7	Magang No. B	4 000	2.20	1 220	507	277	85	145	58.11
8	Angang Bayuquan No. 1	4 038	1.82	1 211	518	320	59	139	58.67
9	Bengang New No. 1	4 747	2.21	1 243	529	316	59	154	59.42
10	Angang Bayuquan No. 2	4 038	1.90	1 214	531	317	58	156	58.66
11	Shougang J. Steel No. 1	5 500	2.26	1 238	493	308	32	153	59.19
12	Wisco No. 8	4 096	2.70	1 184	504	274	56	174	57.60
13	Shagang 5 800 m³	5 800	2.22	1 194	519	291	45	183	58.92
14	Shougang Q. Steel No. 3	4 000	2.31	1 244	514	308	42	164	58.41
15	Shougang J. Steel No. 2	5 500	2.18	1 216	500	317	31	152	58.72
16	Baosteel Meigang No. 5	4 070	2.17	1 190	496	325	42	129	59.17
17	Anyang Steel No. 3	4 836	1.81	1 200	504	317	37	150	58.93
18	Tisco No. 6	4 350	2.06	1 172	568	384	13	171	59.38

Такие высокие показатели работы доменных печей КНР связаны с рядом причин. К основным можно отнести следующие:

1. Использование высококачественных, в основном импортных сырьевых материалов. Так импорт железной руды в КНР в 2013 г. составил 813 млн. т (более 70% от потребления), импорт коксующихся углей в 2014 г. составил 126 млн. т (около 50% от потребления). К 2018 году эти цифры только возросли.
2. Высокое качество используемого агломерата. Нормальная высота слоя аглошихты 600 – 700 мм. Количество мелочи в агломерате не более 3-5%.
3. Высокое качество производимого кокса. Показатель CSR для мощных печей приближается, и превышает 70%.
4. Жесткие требования по содержанию щелочных металлов и цинка в шихтовых материалах. Содержание щелочных металлов не более 4 кг/т (2 кг/т для Baosteel). Содержание цинка меньше 300 г/т (150 г/т для Baosteel).
5. Высокий уровень управления работой печей. Широкое использование математических моделей, в том числе на базе технологий «bigdata».

В условиях РФ достижение таких высоких показателей работы доменных печей затруднено, что связано с особенностями сырьевой базы и значительными логистическими затратами. Помимо этого на территории РФ практически отсутствуют коксующиеся угли из которых можно производить кокс сверхвысокого качества. Завоз такого элитного сырья будет приводить к существенному росту логистических затрат, связанных с перегрузками в портах и транспортировкой на большие расстояния по железной дороге.

Направления развития первого передела.

Резюмируя вышесказанное можно определить основные направления развития первого передела на территории РФ. К ним можно отнести:

1. Системная работа по повышению качества сырьевых материалов.
2. Реновация и модернизация существующих мощностей.
3. Разработка математических моделей металлургических агрегатов с использованием методик «bigdata».
4. Широкое использование опробованных, зачастую забытых, технологий повышения производительности и снижения расхода кокса в доменных печах.
5. Повышение уровня подготовки персонала.

- б. Активное участие в разработке и внедрении инновационных технологий, в том числе связанных с альтернативными путями снижения расхода кокса.

Безусловно, в краткой статье невозможно перечислить все возможные направления развития первого передела. Для конкретизации этих направлений необходима системная работа на конкретных предприятиях с привлечением заводского персонала. В то же время есть направления, которые могут дать значительный эффект при относительно невысоких капиталовложениях. К ним относятся две разработки НИТУ «МИСиС», вошедшие в справочник по НДТ РФ за 2017 г. [12].

1. Технология вдувания горячих восстановительных газов (ГВГ) [13]. Впервые технология вдувания в доменные печи отмытого от CO_2 нагретого доменного газа был опробован в 80-х годах прошлого века на НПО «Тулачермет». Расход кокса в опытный период снижался до 350 кг/т чугуна [14]. В XXI веке аналогичные промышленные эксперименты были проведены консорциумом крупнейших металлургических корпораций и научно-исследовательских институтов на опытно-промышленной доменной печи. Исследования, проведенные в рамках снижения выбросов CO_2 (программа ULCOS) показали перспективность этого направления. Достигнута экономия кокса и снижение выбросов углекислого газа до 35% [15].

Развитие рециклинга колошникового газа в РФ тормозится рядом причин, среди которых основная – полное использование колошникового газа в энергосетях комбинатов. В этом случае рециклинг колошникового газа нецелесообразен, т.к. надо замещать дефицит технических газов природным газом, лимиты на который и так выбираются полностью. В работе [13] предлагается не рециклинг колошникового газа, а вдувание генераторных газов, подготовленных в политопливном газогенераторе. Предлагается разместить рядом с доменной печью политопливный газогенератор барботажного типа, работающий под давлением 4-6 ати.

Выходящие из газогенератора газы (горячие восстановительные газы или ГВГ) будут иметь температуру 1500 – 1600 °С и химический состав: $\text{CO} + \text{H}_2 = 85-90\%$, $\text{N}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 10-15\%$.

Восстановительные газы будут проходить первичную очистку (скруббер) и подаваться вовторой ряд фурм доменной печи через футерованный газопровод. Ориентировочная температура ГВГ на входе в печь – 1200 – 1400 оС. При вдувании 400 нм^3 ГВГ на 1 т чугуна экономия кокса составит 120 кг/т, при вдувании 700 нм^3 ГВГ экономия кокса составит 200 кг/т.

2. Другая разработка НИТУ «МИСиС» - барботажная технология серии ПМ (Процесс МИСиС). Технология ПМ 1 предназначены для переработки широкого спектра

железосодержащих материалов, в том числе комплексных концентратов, техногенных отходов черной, цветной металлургии и химической промышленности. К железосодержащим техногенным отходам относятся: шламы и пыли черной металлургии, шлаки цветной металлургии, пиритные огарки, красные шламы глиноземного производства и т.д. При переработке этих материалов продуктами плавки являются: чугуны, шлак пригодный для дальнейшего использования, концентрат цветных металлов. В случае организации испарительного охлаждения свода печи и котла-утилизатора, на 1т получаемого сплава (чугуна) можно получить до 2т пара с высокими энергетическими параметрами (400 оС, 40 атм.). Такой пар можно применять для производства электроэнергии. На 1т производимого чугуна выработка электроэнергии может достигать до 800 кВт*час, что превышает потребности процесса, и позволяет до 50% электроэнергии отпускать на сторону.

Данная технология позволяет безотходно перерабатывать практически все отходы комбинатов черной металлургии, таких как доменные и конвертерные шламы, окалина прокатных цехов, пыли ЭСПЦ. Продуктами переработки являются: передельный чугун, шлак, концентрат цветных металлов, пар. Использование таких установок на комбинатах полного цикла позволит полностью перерабатывать текущие и накопленные отходы и избавиться от необходимости рециклинга этих отходов через агломерацию. Вывод этих отходов из аглошихты позволит повысить качество агломерата, существенно снизить расход кокса и поднять производительность доменных печей. Другим важным преимуществом разрабатываемой технологии является снижение поступления вредных примесей, таких как цинк и щелочные металлы в доменные печи. Это позволит существенно продлить межремонтные периоды работы доменных печей.

Обе технологии являются высокорентабельными, сроки окупаемости капиталовложений не превышают 2-3 лет.

Заключение.

Прогресс в черной металлургии продолжается. Так по данным [3] во всем мире запланирован ввод новых мощностей по выпуску стали. Многие из новых сталелитейных комплексов будут запущены в регионах, где спрос в настоящее время превышает предложение, например, в Юго-Восточной Азии, Африке и на Ближнем Востоке. У индийских производителей стали также есть планы существенно расширить производственные мощности. Продолжает наращивать выпуск стали Китай. В этих условиях металлургам РФ придется действовать в условиях жесткой конкуренции.

Успешное дальнейшее развитие черной металлургии РФ, на наш взгляд, требует особого внимания на следующих направлениях [1]:

- Модернизация и обновление существующих мощностей.
- Расширение ассортимента, повышение качества выпускаемой продукции.
- Повышение культуры производства, направленность на снижение расхода энергоносителей.
- Снижение вредного влияния черной металлургии на экологию, вовлечение в производство текущих и накопленных техногенных отходов.
- Восстановление и развитие внутреннего рынка специальных сталей.
- Переориентация на внутренние рынки, политика импортозамещения.
- Восстановление связей между предприятиями.
- Протекционизм в экспорте.
- Разработка и внедрение инноваций, если необходимо – с привлечением западных партнеров.
- Создание металлургических технопарков с использованием частного-государственного партнерства.
- Обучение, подготовка и переподготовка высококвалифицированных кадров, идеология непрерывного повышения профессионального уровня.
- Повышение уровня финансирования НИОКР ведущими металлургическими предприятиями до уровня передовых стран (1,5 – 2,0% от годового объема реализации).

Список использованных источников:

1. Подгородецкий Г.С. Черная металлургия. Вызовы XXI века. Доклад на XIII всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство», 23-25.11. 2016, Старый Оскол.
2. <https://www.worldsteel.org>
3. <http://www.meps.co.uk/WSO-Forecast-1018.htm>
4. <https://www.ru.unesco.org>
5. <https://finance.rambler.ru/.../39060369-metallinvest-podvel-itogi-raboty-za-2017-go...>
6. <https://www.steeland.ru/news/metallurgy/7740.html>
7. Петракова Т.М. Основные показатели работы черной металлургии за период первое полугодие 2016 г. «Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации». 2016, № 10 , стр. 3 – 9.

8. Иванова И.М. Использование материальных и энергетических ресурсов. «Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации». 2016, № 10, стр. 9 – 15.
9. Xuegong Bi, Shourong Zhang/ The Past. The Present and the Prospects of Ironmaking In China. Proceeding of the 7-th International congress of Ironmaking Technologies. AIST 2015. Volume, 1. P. 1472-1480.
10. Zheng-jian LIU, Jian-liang ZHANG, Tian-jun YANG Low Carbon Operation of Super-Large Blast Furnaces in China(2015), ISIJ International, Vol. 55 (2015), No. 6, pp. 1146–1156
11. Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 2017. ISIJ International, Vol. 58 (2018), No. 6, pp. 987–998.
12. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 26-2017. М., Бюро НДТ, 2017, 478 с. (стр. 387 и 388).
13. Подгородецкий Г.С., Третьяк А.А., Горбунов В.Б., Полулях Л.А. Перспективы использования политопливного газогенератора в практике работы доменных цехов. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Том 59. №12. С. 879-885.
14. Soskovets O.N., Shevelev L.N., Shatlov V.A., Marsuverskii B.A., Eremin V.I., Roginko S.A. Improving the energy efficiency of blast furnaces by means of hot reducing gases. SteelinTranslation, 2014, Vol. 44, No. 5, pp. 394-398.
15. Ян ван дер Стел, Г. Лоуверсе, Д. Серт, А. Хирш, н. Эклунд. Доменная печь ULCOS с рециклингом колошникового газа для минимизации выбросов CO₂ – окончательный результат испытаний. SteelTimesInternational на русском языке – Сентябрь 2013, стр. 36 – 38.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГЕРМАНИЯ И ЗОЛОТА В БАРБОТИРУЕМОЙ ШЛАКОВОЙ ВАННЕ

**Ерохов Тимофей Витальевич, Подгородецкий Геннадий Станиславович,
Агапов Егор Александрович, Горбунов Владислав Борисович**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Россия, Москва, Научно-
образовательный центр «Инновационные металлургические технологии»*

*timofeyerokhov@gmail.com, podgs@misis.ru, agapovea91@yandex.ru,
vbg1953@mail.ru,*

Ленинский проспект 4, 8(915)392-77-61

Аннотация: В работе приведены данные по содержанию некоторых ценных микроэлементов в углях на территории РФ. Отмечено отсутствие безотходных технологий комплексной переработки углей с извлечением полезных микроэлементов. Приведена характеристика технологии газификации в шлаковом расплаве, барботируемом кислородсодержащим дутьем – как перспективной с целью безотходной комплексной переработки углей. По результатам термодинамического моделирования поведения германия и золота при горении твердого топлива в слое расплавленного шлака, сделаны выводы о возможности получения товарных концентраций этих микроэлементов.

Ключевые слова: безотходная переработка угля; ценные микроэлементы; золото; германий; барботажные технологии; шлаковая ванна

THERMODYNAMIC MODELING OF THE BEHAVIOR OF GERMANIUM AND GOLD IN A BARBOTABLE SLAG BATH

**Erohov Timofey Vitalyevich, Podgorodetskiy Gennadiy Stanislavovich,
Agapov Egor Aleksandrovich, Gorbunov Vladislav Borisovich,**

National University of Science and Technology «MISIS», Russia, Moscow

Leninskiy prospect 4, 8(915)392-77-61

Abstract: The paper presents data on the content of some valuable trace elements in coal in the territory of the Russian Federation. The absence of waste-free technologies for the integrated processing of coal with the extraction of useful trace elements has been noted. The characteristic of gasification technology in a slag melt bubbled by an oxygen-containing blast is presented as promising for the purpose of waste-free complex processing of coal. According to the results of thermodynamic modeling of the behavior of germanium and gold during the combustion of solid fuels in a layer of molten slag, conclusions were drawn about the possibility of obtaining marketable concentrations of these trace elements.

Key words: waste-free processing of coal; valuable trace elements; gold; germanium; bubbling technologies; slag bath

В настоящее время наблюдается значительный интерес к микроэлементному составу углей и соответственно зол, которые можно рассматривать в качестве сырьевого источника благородных и редких элементов.

Многочисленные публикации, посвященные изучению состава и свойств углей и золошлаковых отходов, указывают на высокие промышленные содержания в них германия, скандия, лантана, церия, иттрия, галлия, циркония, ниобия и тантала, рубидия, селена, олова и вольфрама, золота и серебра, алюминия, железа и других ценных микроэлементов [1].

Так, содержание германия в некоторых углях Дальнего Востока приближается к 1000 г/т золы. Содержание золота в некоторых углях Забайкалья и Бурятии составляет 1 – 3 г/т золы. Значительные количества рубидия, серебра, ниобия и других ценных металлов содержится в углях Кузбасса [2].

Однако в настоящее время редкометалльный потенциал углей почти не востребован. Практическая реализация комплексной переработки углей, обогащенных редкими элементами, ограничена низкой экономической эффективностью предлагаемых технологических решений и необходимостью безотходной переработки основной массы на рыночные продукты [3, 4].

Одним из наиболее перспективных направлений безотходной переработки твердых видов топлива, являются технологии газификации в шлаковом расплаве, барботируемом кислородсодержащим дутьем [5, 6]. В настоящее время в энергетике такого рода технологии отсутствуют. В то же время барботажные технологии получили значительное развитие в металлургии цветных и черных металлов: AusMelt, AusIron, Corex, HiSmelt, HiSarna, процесс Ванюкова и Ромелт.

На основании опыта, полученного при разработке и эксплуатации процесса Ванюкова (получение цветных металлов) и технологии Ромелт (получение чугуна), в НИТУ «МИСиС» разработан политопливный газогенератор, в основе работы которого лежит технология газификации угля в шлаковом расплаве.

В шлаковую ванну, находящуюся в нижней части реактора и имеющей температуру около 1500°C, через боковые фурмы вдувают кислородсодержащее дутье (50–99% кислорода) ниже уровня поверхности шлака. Интенсивность дутья составляет 500–700 м³ в час. При этом расплав, находящийся около фурм и выше, переходит в барботируемое состояние, характеризующееся высокой интенсивностью перемешивания и газосодержанием 40 – 60 % по объему. Нижняя часть шлаковой ванны остается в

относительно спокойном состоянии. Сверху в реактор непрерывно загружают твердое топливо и при необходимости флюс (известняк, известь, доломит).

После попадания частиц топлива в расплав в результате быстрого нагрева из них выделяются летучие компоненты и влага. За счет высокой интенсивности перемешивания происходит замешивание частиц окисленного топлива в объем барботируемой зоны. Кислород дутья, проходя через шлак, окисляет углерод замешанных в шлаке частиц твердого топлива до CO. Зола угля растворяется в шлаке. Состав шлака корректируется флюсующими добавками. По мере образования шлак выводится из подфурменной слабо перемешиваемой зоны через сифон.

При соответствующем регулировании технологических параметров и наличии оксидов железа в золе твердого топлива возможно получение металла, по составу близкого к доменному чугуна, который накапливается на подине реактора и выводится непрерывно или периодически через летку.

Образующийся газ CO частично дожигается над барботируемой шлаковой ванной кислородом, подаваемым в верхние фурмы. Степень дожигания газа в реакторе определяется из необходимости поддержания теплового баланса шлаковой ванны при заданной температуре. Затем генераторный газ, состоящий преимущественно из CO, H₂, N₂, а также содержащий CO₂ и H₂O, охлаждается в котле-утилизаторе, проходит стадию газоочистки и направляется на дальнейшее использование.

С целью моделирования поведения золота и германия при горении твердого топлива в слое расплавленного шлака были проведены термодинамические расчеты на программном обеспечении HSC 6.1, с использованием модуля Equilibrium Composition – Равновесные составы, предназначенного для расчета равновесных составов исследуемой термодинамической системы и использующего метод минимизации энергии Гиббса.

Моделирование было проведено для следующих условий: температура шлаковой ванны – 1500 °С, вариативная переменная – количество загружаемого твердого топлива при постоянном количестве кислородовоздушного дутья.

На рисунке 1 приведены результаты расчета поведения германия. До отношения C/O = 0,5 весь германий находится в шлаковой фазе в виде оксидов и соединений с магнием. С отношения C/O = 0,5 до 1,15 часть германия, а затем практически весь германий находится в виде газообразного оксида GeO₂ и сульфида GeS₂. При дальнейшем снижении окислительного потенциала германий переходит в металл.

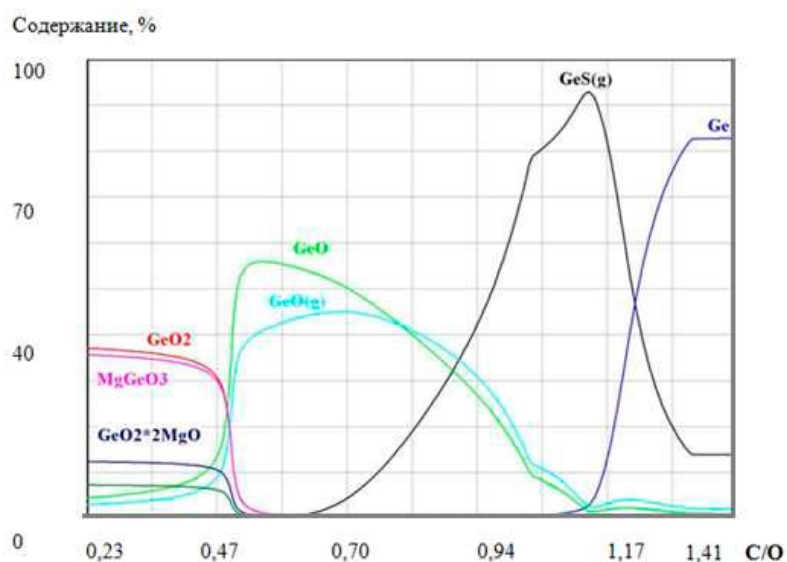


Рисунок 1– Поведение германия в условиях переменного окислительного потенциала шлаковой ванны

Из предварительного анализа можно сделать вывод отом, что оптимальными условиями для перевода германия в газовую фазу споследующим улавливанием его в пыли необходимо поддерживать окислительный потенциал на уровне C/O близком к величине C/O = 1,15. Приэтом железо будет образовывать отдельную фазу и не растворять в себе германий. Таким образом, можно организовать производство товарного концентрата германия с высоким его извлечением.

Принципиально другое поведение демонстрирует золото (рисунок 2). При высокомоксидительном потенциале золото находится в виде газообразного золота или в виде газообразного сульфида. После снижения окислительного потенциала шлаковой ванны до величины C/O больше 1,0 золото переходит в конденсированную металлическую фазу и будет поглощаться образующейся при этом фазой металлического железа.

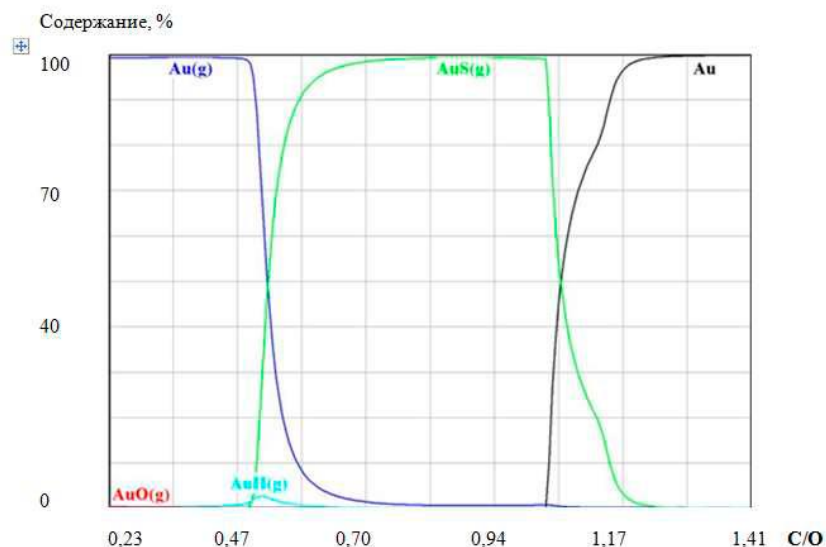


Рисунок 2 – Поведение золота в условиях переменного окислительного потенциала шлаковой ванны

Предварительный анализ показал, что для максимально полного извлечения золота в товарный продукт (уловленную пыль) необходимо поддерживать достаточно высокий окислительный потенциал шлаковой ванны. При дальнейшем снижении окислительного потенциала и появлении металлического железа золото будет поглощаться металлическим железом, извлечение золота из которого практически невозможно.

Таким образом, по результатам термодинамического моделирования поведения германия и золота в барботируемой шлаковой ванне установлено, что для перевода данных элементов в товарные продукты необходимо поддерживать отношение подаваемого на газификацию кислорода к углероду твердого топлива на уровне $C/O = 1,15$ для германия и $C/O = 1,0$ для золота.

Список использованных источников

1. Скурский М.Д. Прогноз редкоземельно-редкометалльно-нефтегазоугольных месторождений в Кузбассе // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2004. – № 2/15, стр. 24 – 30.
2. Зырянов В.В., Зырянов Д.В. Зола уноса – техногенное сырье, М.: ООО «ИПЦ «Маска», 2009 – 320 с.
3. Арбузов С.И., Машенькин В.С., Рыбалко В.И., Судыко А.Ф. Редкометалльный потенциал углей Северной Азии (Сибирь, Российский Дальний Восток, Казахстан, Монголия) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – s3-2, стр. 41 – 44

4. Подгородецкий Г.С., Горбунов В.Б., Агапов Е.А., Ерохов Т.В., Козлова О.Н. Проблемы и перспективы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ. Часть 1 // Известия ВУЗов. Черная металлургия. – Том 61. № 6, 2018. – С. 439 – 446.

5. Подгородецкий Г.С., Юсфин Ю.С., Сажин А.Ю., Горбунов В.Б., Полулях Л.А. Со-временные тенденции развития технологии производства генераторных газов из различных видов твердого топлива. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2015. Том 58. № 6. С. 393 – 401.

6. Подгородецкий Г.С., Горбунов В.Б., Агапов Е.А., Ерохов Т.В., Козлова О.Н. Проблемы и перспективы утилизации золошлаковых отходов ТЭЦ. Часть 2 // Известия ВУЗов. Черная металлургия. – Том 61. № 7, 2018. – С. 557 – 563.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ: МЕТАЛЛУРГИЯ	4
<p>Wacław Muzykiewicz</p> <p>THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT CONDITIONS ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF Cu/Al COMPOSITE SHEET METAL</p>	4
<p>Анисонян К.Г., Копьёв Д.Ю., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б.</p> <p>ПОЛУЧЕНИЕ ЧУГУНА И АЛЮМИНАТНОГО ШЛАКА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ КРАСНОГО ШЛАМА С ПРИМЕНЕНИЕМ ОДНОСТАДИЙНОГО ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА</p>	12
<p>Березин О.И.</p> <p>К ВОПРОСУ ЭНЕРГОСИЛОВОЙ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ НАГРУЖЕНИЯ КЛЕТЕЙ РЕДУКЦИОННО-КАЛИБРУЮЩЕГО БЛОКА ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПРОКАТКЕ</p>	16
<p>Богадевич Д.И.</p> <p>ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО СПОСОБА «МЯГКОГО» ОБЖАТИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК НА КОМБИНИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ</p>	24
<p>Буторин А.А.</p> <p>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЛИБРОВКИ РЕДУКЦИОННО-КАЛИБРОВОЧНОГО БЛОКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛКОСОРТНОГО КРУГЛОГО ПРОКАТА</p>	30
<p>Глотова И.О., Дождиков В.И.</p> <p>РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЛИКВАЦИИ УГЛЕРОДА ПО ТОЛЩИНЕ В НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ СЛЯБАХ</p>	37
<p>Гончарова А.Н.</p> <p>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СОРТАМЕНТА ПРОКАТЫВАЕМЫХ СТАЛЕЙ</p>	42
<p>Еронько С.П., Смирнов Е.Н., Ткачев М.Ю., Ковалева О.А.</p> <p>МАЛОГАБАРИТНЫЕ НОЖНИЦЫ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ РЕЗКИ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ</p>	48
<p>Ёкубжонов Ш.З., Короткова Л.Н., Тимофеева А.С.</p> <p>МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКИСЛЕНИЯ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО</p>	54

ЖЕЛЕЗА МЕТОДОМ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ	
Жиденко А.И., Тимофеева А.С., Лавриненко К.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА УГАР МЕТАЛЛА	58
Заблоцкая Ю.В., Садыхов Г.Б., Смирнова В.Б., Анисонян К.Г. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СЕРНОКИСЛОТНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ЛИМОНИТОВЫХ РУД БУРУКТАЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	63
Князев И.С. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ КОЛОСНИКОВ В ХОДЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ОБЖИГОВОЙ МАШИНЕ	66
Кожухова В.И., Кожухов А.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ В ДУГОВЫХ ПЕЧАХ	72
Кожухов А.А., Скляр В.А., Черменев Е.А., Кочергина И.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПОДУ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО ВИДА ПОКРЫТИЙ	76
Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н., Попов Д.С. РАССМОТРЕНИЕ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССОВ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ОКАТЫШЕЙ	81
Лавриненко К.В., Тимофеева А.С., Жиденко А.И. ВЛИЯНИЕ ВЯЗКОСТИ ПОКРЫТИЙ НА ОКАЛИНООБРАЗОВАНИЕ ПРИ НАГРЕВЕ ЗАГОТОВОК ПЕРЕД ПРОКАТКОЙ	87
Малахова О.И. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НАЧАЛА XXI ВЕКА	93
Марчук М.В. ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПРАВЛЕНИЯ ФОРМЫ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ С ДЕФЕКТОМ «РОМБИЧНОСТЬ» В ОБЖИМНЫХ КЛЕТЯХ СОРТОВОГО СТАНА	98
Постникова А.В. РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СПОСОБОВ «МЯГКОГО» ОБЖАТИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ БЛЮМОВ И ЗАГОТОВОК	104
Роговский А.Н., Шипельников А.А., Бобылева Н.А.	108

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ РАСПЛАВА В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ МНЛЗ ДЛЯ УСЛОВИЙ РАЗЛИВКИ НА ШИРОКОФОРМАТНЫЕ СЛЯБЫ	
Сазонов А.В., Короткова Л.Н. НЕКОТОРЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ФУТЕРОВКИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ	114
Сазонов А.В., Кочергина И.Н. ОСНОВЫ АЛГОРИТМА РАННЕГО ОБНАРУЖЕНИЯ ШЛАКА ПРИ ПЕРЕЛИВЕ МЕТАЛЛА ИЗ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОГО В ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ КОВШ	120
Сидоров М.С., Федина В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОВОЗГОРАНИЯ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА	124
Скляр В.А., Смирнов Е.Н., Малахова О.И., Черменев Е.А. КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО БЛЮМА ПРИ ДВУХСТАДИЙНОМ «МЯГКОМ» ОБЖАТИИ	128
Смирнов Е.Н., Скляр В.А., Сазонов А.В. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА «МЯГКОГО» ОБЖАТИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОГО БЛЮМА	133
Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Кожухов А.А., Махмудов Д.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВТОРИЧНОГО ОКИСЛЕНИЯ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА ВЕСОВЫМ МЕТОДОМ	139
Торопкина Н.М., Скляр В.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУТЕРОВКИ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША БЛЮМОВОЙ МНЛЗ ЭСПЦ АО «ОЭМК» С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ЕЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ	143
Чмырев И.Н., Захаров Е.С. РАСЧЕТНЫЙ АЛГОРИТМ АДАПТАЦИИ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ К ПЕРЕХОДУ НА НОВОЕ ТОПЛИВО	148
Шишкин В.Д., Тимофеева А.С., Фирсовская Е.В., Паринова А.С. ПОДБОР СОСТАВА ОГНЕУПОРНОГО БЕТОНА ДЛЯ СТАКАН-ДОЗАТОРА	154
СЕКЦИЯ: ГОРНОЕ ДЕЛО	159
Гзогян Т.Н., Лаптев А.А., Золотухин С.Р.	159

ФИЗИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ДЕЗИНТЕГРАЦИИ	
Гзогян С.Р., Лаптев А.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ СХЕМЫ РУДОПОДГОТОВКИ НА АО «КОМБИНАТ КМАруда»	167
Перескокова Т.А. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ	175
Афанасьева Г.Е., Попов Е.А. АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ОТ ОРГАНИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСА ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	181
Попов Е.А., Перескокова Т.А. О ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТАХ РАБОТНИКОВ ГОРНО – МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	186
Афанасьева Г.Е. ПРОГНОЗ ЗАПЫЛЕННОСТИ ПОЧВЫ ОТ ПЛОЩАДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСА ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	192
Дородный В.К., Терехин Е.П. МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДВЕСКИ СТРЕЛЫ ЭКСКАВАТОРА ЭКГ-10Р	197
Левина Т.А., Серпуховитина Т.Ю. МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ СТАРООСКОЛЬСКО-ГУБКИНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА	201
СЕКЦИЯ: ГОРНОЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ	206
Авдеев В.И., Подгорный И.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО СИЛЬФОННОГО КОМПЕНСАТОРА С УЧЕТОМ КОНТАКТА МЕЖДУ СЛОЯМИ	206
Авдеев В.И., Подгорный И.Е. ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА СЛОЕВ СИЛЬФОННОГО КОМПЕНСАТОРА НА ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ НАГРУЗКЕ ОСЕВЫМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ	212
Афонин А.Н., Ларин А.И., Мартынов Е.М.	217

ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ РЕЗЬБ И ПРОФИЛЕЙ ПОВЕРХНОСТНЫМ ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ	
Афонин А.Н., Макаров А.В., Ларин А.И. РАСЧЕТ ДИАМЕТРА ЗАГОТОВКИ ПОД РЕЖУЩЕ-ДЕФОРМИРУЮЩУЮ ОБРАБОТКУ НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ППД	222
Владимиров А.А., Мартынов Е.М. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ	229
Владимиров А.А., Сергиев А.П., Макаров А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВИБРАЦИОННОГО ТОЧЕНИЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	235
Владимиров А.А., Сергиев А.П. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОЛЕБАНИЙ НА ОБОБЩЕННУЮ ФУНКЦИЮ ВИБРАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	241
Гринь А.О., Романенко М.Ю., Петров А.А. ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС МЕТОДОМ НАКАТКИ	247
Кудряшов А. Е., Левашов Е. А., Репников Н.И. , Макаров А.В. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭИЛ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОДИСПЕРСНЫМ КОМПОНЕНТОМ СВС-ЭЛЕКТРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ	252
Марченко Э.В. СПОСОБ И КОНСТРУКЦИЯ СЧАЛКИ НЕСУЩЕ-ТЯГОВОГО КАНАТА	259
Сергиев А.П., Белов Н.В., Макаров А.В., Владимиров А.А. ТЕНДЕНЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК	263
Смирнова О.А., Бородина М.Б. ЗАЩИТА ПРИВОДА КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ УДАРНЫХ НАГРУЗОК	269
Таупек И.М., Жавыркина В.А. , Положенцев К.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОВКИ КРУГЛЫХ ШТАНГ ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ УСЛОВИЯХ АО «МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ЗАВОД «ЭЛЕКТРОСТАЛЬ»	275

СЕКЦИЯ: АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	280
Боева Л. М., Васильева В. В. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ЗАО «ОСКОЛТЕЛЕКОМ»	280
Боева Л. М., Вон Е. Г. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ-КОНСУЛЬТАНТА ДЛЯ ООО «СОФТ-ЮНИОН»	287
Ансимов М. Ю., Халапян С.Ю. МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕФОРМЕРОМ ПЕЧИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ЦЕХА ОКОМКОВАНИЯ И МЕТАЛЛИЗАЦИИ АО «ОСКОЛЬСКИЙ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»	294
Буров В. С. МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЦЕХА ВОДОСНАБЖЕНИЯ АО «ОЭМК»	298
Цыганков Ю. А., Полещенко Д. А., Еременко Ю. И. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «МЕЛЬНИЦА- КЛАССИФИКАТОР» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОГО АППАРАТА	302
Жуков П.И., Глущенко А.И. О ПРИМЕНИМОСТИ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ ОЦЕНКИ ОШИБКИ ХЬЮБЕРА КАК МЕТОДА АДАПТИВНОЙ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ ДЛЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ С МАЛЫМ ЗНАЧЕНИЕМ СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКОГО ОТКЛОНЕНИЯ	307
Зорин И. С., Полещенко Д. А. НЕЙРОСЕТЕВАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КЛЕЙМА ЗАГОТОВОК СПЦ-1 АО «ОЭМК»	313
Кривоносов В. А., Козырь О. Ф. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ ФАКТОРА СЕЗОННОСТИ	319
Кривоносов В. А., Козырь О. Ф.	325

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ И ОБЖИГА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ В КОНВЕЙЕРНОЙ ОБЖИГОВОЙ МАШИНЕ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И НАБЛЮДАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ	
Дадаян Д. М. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧИ ОТЖИГА №1 СПЦ-2 АО «ОЭМК»	329
Глущенко А.И., Петров В.А., Ласточкин К.А. СРАВНЕНИЕ LQR И НЕЙРОСЕТЕВОГО РЕГУЛЯТОРОВ БАЛАНСИРУЮЩИМ РОБОТОМ ПРИ ЕГО СТАБИЛИЗАЦИИ НА НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ	335
Еременко Ю. И., Олюнина Ю. С. ПРИМЕНЕНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПО КЛАВИАТУРНОМУ ПОЧЕРКУ	342
Фомин А.В., Анисимов Е.В ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ДВИЖУЩЕЙСЯ ЗАГОТОВКИ С ПОМОЩЬЮ ГРУППЫ ДАТЧИКОВ ТИПА «СВЕТОВОЙ БАРЬЕР»	347
Симонова А. Г., Сдержиков А. В. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ВЫЯВЛЕНИЯ ПРИЧИН НИЗКОЙ ПОСЕЩАЕМОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА	354
Ерёменко Ю. И., Халапян С. Ю., Анпилов А. О. О ВЛИЯНИИ ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ФИЛЬТРОТКАНИ И ХАРАКТЕРИСТИК ПУЛЬПЫ НА РАБОТУ СИСТЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВАКУУМ-ФИЛЬТРА	359
Ковтун Н.И. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА УЧАСТНИКОВ КОАЛИЦИОННЫХ ПРОГРАММ ЛОЯЛЬНОСТИ	364
Урнев Д.В., Михайлюк Е.А., Шафоростова Е.Н. РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ТЕСТ-ДРАЙВА НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО САЛОНА «КИА РУС МОТОРС»	369
Моторина Н.П., Тетеревлева Е.В. АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ПРОМЫШЛЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ	373

Моторина Н.П., Тетеревлева Е.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	377
Уварова Л.В. РАЗРАБОТКА КОНТУРОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВОДОГРЕЙНЫМ КОТЛОМ КОТЕЛЬНОЙ ГОРНОГО ЦЕХА ЗАО «ОСКОЛЦЕМЕНТ»	381
Кандауров А.А. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА ПРЕДПРИЯТИЯ АО «СТАРООСКОЛЬСКИЙ ЗАВОД АВТОТРАКТОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ИМ. А.М. МАМОНОВА»	384
Еременко Ю.И., Шептуха А.В. ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ В ЗАДАЧАХ ГЕОЭЛЕКТРИКИ	389
Мухин Р.Р. ИНТЕГРИРОВАНИЕ И ИНТЕГРИРУЕМОСТЬ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	395
Мухин Р.Р. РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ПРОИЗВОДНОЙ ЛИ	400
Мухин Р.Р. ПУАССОНОВЫ СТРУКТУРЫ И ГАМИЛЬТОНОВА ДИНАМИКА	404
СЕКЦИЯ: ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ	409
Малашенко В.П. СИСТЕМА АМОРТИЗАЦИИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ	409
Агеева Е.С., Канищева М.И. ОРГАНИЗАЦИЯ ДОКУМЕНТООБОРОТА НА ПРИМЕРЕ АО «ЗАВОД МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ - ЭТОН»	421
Бесхмельницына С.Н., Буль Ю.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИНАНСОВОГО РЕЗУЛЬТАТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ	425
Бесхмельницына С.Н., Митирёва Е.С.	429

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ О ЗАЁМНЫХ СРЕДСТВАХ В ГОДОВОЙ БУХГАЛТЕРСКОЙ (ФИНАНСОВОЙ) ОТЧЕТНОСТИ НА СУ №8 АО "КМАПРОЕКТЖИЛСТРОЙ"	
Бесхмельницына С.Н., Мишурова А.И. АНАЛИЗ ДЕЛОВОЙ АКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ООО «КОМТРЕЙД»	434
Бесхмельницына С.Н., Романова А.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ СИНТЕТИЧЕСКОГО И АНАЛИТИЧЕСКОГО УЧЕТА ОСНОВНЫХ СРЕДСТВ	439
Бесхмельницына С.Н., Толстых Ю.В. ОРГАНИЗАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	443
Бесхмельницына С.Н., Чиркова Л.Н. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ УСТАВНОГО КАПИТАЛА	447
Виноградская О.В. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ	451
Демина В.В. СВОБОДНОЕ ВРЕМЯ КАК ПРОСТРАНСТВО ВСЕСТОРОННЕГО РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	457
Демина В.В. ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК РЕШАЮЩИЙ ФАКТОР В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ	462
Демьяненко М.С., Найденова Р.И., Виноходова А.Ф. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ	468
Дмитрик В.Е., Дмитрик Е.Г.	474

ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ МОЛОДЫХ ИННОВАТОРОВ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ НА РЕГИОНАЛЬНОМ И МУНИЦИПАЛЬНОМ УРОВНЯХ	
Дмитрик В.Е., Чичварин А.В. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО КОНСТРУКЦИОННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	478
Заякина И.А., Гаврюшина О.П. АНАЛИЗ БЕЗРАБОТИЦЫ И МЕРЫ ПО ЕЕ СНИЖЕНИЮ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)	482
Заякина И.А., Дедикова Д.М. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗАТРАТ НА ОХРАНУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РФ	485
Заякина И.А., Кладовщикова П.С. АНАЛИЗ ВИДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РФ	488
Заякина И.А., Лисовский М.А. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СУБЪЕКТАХ РФ	492
Заякина И.А., Мизунская М.А. ОРГАНИЗАЦИЯ ОТБОРА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ПЕРСОНАЛА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ	497
Заякина И.А., Шульженок К.В. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В РОССИИ	502
Кладовщикова П.С., Демина В.В. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ БЕЗРАБОТИЦЫ В РФ И ПУТИ ЕЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ	506

Кобзева А.Г. ФОРМИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНОЙ СТРАТЕГИИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	510
Ровенских М. В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО РИСКА ПРЕДПРИЯТИЯ	518
Усачева И.Ю. ПРОАКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ МЕНЕДЖЕРОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТАРИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	524
Чупахина Н.И., Иванюхина Г.Б. ПРОЦЕССНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ БЮДЖЕТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ	530
Чупахина Н.И., Иванюхина Г.Б. ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В УЧЕТНОЙ ПРАКТИКЕ	534
Шеина С.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ФИНАНСОВ	538
Карпова Н.В. К ВОПРОСУ О ВНЕДРЕНИИ СОЦИАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКУ УПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫМИ КОЛЛЕКТИВАМИ	547
СЕКЦИЯ: РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ	553
Кудинова Г.Э., Костина Н.В., Розенберг А.Г., Демьяненко М.С. НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ	553
Мартиросян А.Т. ВЛИЯНИЕ НЕИСПРАВНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ	559

МЕТАЛЛУРГИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	
Савон Д.Ю., Самарина В.П. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ	563
Савон Д.Ю., Самарина В.П., Сафронов А.Е. РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ В ИНТЕРЕСАХ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	569
Скуфьин П.К., Самарина В.П. МЕСТО РОССИИ В МИРОВОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ	575
Ченцова Е.П., Москаленко Д.И. СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ С УЧЕТОМ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ	579
Ченцова Е.П., Осипова М.А., Ткачева А.С. РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В РАМКАХ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ МОНОГОРОДОВ	583
Подгородецкий Г.С. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В МИРЕ И В РОССИИ	588
Ерохов Т.В., Подгородецкий Г.С., Агапов Е.А., Горбунов В.Б. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ГЕРМАНИЯ И ЗОЛОТА В БАРБОТИРУЕМОЙ ШЛАКОВОЙ ВАННЕ	603