



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

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

**15 – 16 декабря 2020 г.**

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»

**XVII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
КОМПЛЕКСА. НАУКА И ПРОИЗВОДСТВО»**

15-16 декабря 2020 г.

г. Старый Оскол

Редакционная коллегия:

- Боева Анна Вячеславовна** – директор СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.  
**Кожухов Алексей Александрович** – зам. директора по науке и инновациям СТИ НИТУ «МИСиС», доц., д.т.н.  
**Ильичева Елена Вячеславовна** – зам. директора по учебно-методической работе СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.э.н.  
**Полева Наталья Анатольевна** – зам. директора по практико-ориентированному образованию и довузовской подготовке СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.э.н.  
**Гамбург Клавдия Соломоновна** – и.о. декана факультета автоматизации и информационных технологий СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.  
**Макаров Алексей Владимирович** – декан факультета металлургии и машиностроительных технологий, зав. кафедрой ТОММ им. В.Б. Крахта СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.  
**Востокова Светлана Николаевна** – декан инженерно-экономического факультета СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.  
**Крафт Людмила Николаевна** – зав. кафедрой химии и физики СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.  
**Черменев Евгений Александрович** – доцент кафедры металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС», зав. лаб. НИЛ «ГорМет», к.т.н.

Рецензенты:

- Боева Анна Вячеславовна** – директор СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.  
**Кожухов Алексей Александрович** – зам. директора по науке и инновациям СТИ НИТУ «МИСиС», доц., д.т.н.  
**Ильичева Елена Вячеславовна** – зам. директора по учебно-методической работе СТИ НИТУ «МИСиС», проф., д.э.н.  
**Полева Наталья Анатольевна** – зам. директора по практико-ориентированному образованию и довузовской подготовке СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.э.н.  
**Гамбург Клавдия Соломоновна** – и.о. декана факультета автоматизации и информационных технологий СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.  
**Макаров Алексей Владимирович** – декан факультета металлургии и машиностроительных технологий, зав. кафедрой ТОММ им. В.Б. Крахта СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.  
**Востокова Светлана Николаевна** – декан инженерно-экономического факультета СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.п.н.  
**Крафт Людмила Николаевна** – зав. кафедрой химии и физики СТИ НИТУ «МИСиС», доц., к.т.н.  
**Черменев Евгений Александрович** – доцент кафедры металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС», зав. лаб. НИЛ «ГорМет», к.т.н.

И 889 Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы семнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 15-16 декабря 2020 г. / Ред. коллегия: А.В. Боева, А.А. Кожухов, Е.В. Ильичева, Н.А. Полева, К.С. Гамбург, А.В. Макаров, С.В. Востокова, Л.Н. Крафт, Е.А. Черменев. – Старый Оскол, 2021. – 633 с.

Сборник материалов Семнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство»

Материалы публикуются в авторской редакции.

# СЕКЦИИ: «МЕТАЛЛУРГИЯ» И «ГОРНОЕ ДЕЛО»

## ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ВОРОНЕЖСКОГО И АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Ряполова М.С., Короткова Л.Н., Кожухов А.А., Тимофеева А.С.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** Представлены результаты исследования реологических свойств бентонитовых глин воронежского и азербайджанского месторождений. На основании полученных результатов сделан вывод о том, что наилучшими показателями обладает Азербайджанский бентонит. Однако в целях ресурсосбережения можно использовать Воронежский бентонит, предварительно активировав его реагентами.*

**Ключевые слова:** окатыши; бентонит; реологические свойства; пластичность; набухаемость; вязкость.

## INVESTIGATION OF THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF BENTONITE CLAYS OF THE VORONEZH AND AZERBAIJAN DEPOSITS

**Ryapolova M.S., Korotkova L.N., Kozhukhov A.A., Timofeeva A.S.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The results of the study of the rheological properties of bentonite clays of the Voronezh and Azerbaijan deposits are presented. Based on the results obtained, it is concluded that the best indicators are Azerbaijani bentonite. However, in order to save resources, you can use Voronezh bentonite, having previously activated it with reagents.*

**Keywords:** pellets; bentonite; rheological properties, plasticity, swelling, viscosity.

В настоящее время одну из немаловажных ролей на рынке железорудного сырья представляет собой производство окатышей – основных компонентов железорудной части доменной шихты. В условиях производства железорудных окатышей оценка качества

связующих материалов, основанная на требованиях металлургического производства, все более актуальна [1].

Как известно, до сих пор самой востребованной связующей добавкой в составе шихты железорудных окатышей является тонкомолотый бентонитовый порошок, изготовленный из высококачественной бентонитовой глины с содержанием минерала монтмориллонита более 75%. Поэтапное уменьшение резервов бентонита надлежащего качества приводит к постепенному уменьшению его качественных характеристик, дефициту и удорожанию [2].

Рассмотрим на примере производства окатышей Лебединский горно-обогатительный комбинат. Для производства окатышей на ЛГОКе применяется бентонит Азербайджанского месторождения так как его качественные характеристики удовлетворяют требованиям стандарта предприятия. Однако, использование и транспортировка этого бентонита требуют немалых времени и средств.

Целью данной работы является проведение исследований, направленных на изучение возможности применения альтернативной связующей добавки, а именно воронежского бентонита ближайшего к Лебединскому ГОКу месторождения.

В связи с этим, были проведены сравнительные исследования реологических свойств (пластичность, вязкость, набухаемость) с использованием стандартных методик и фазового состава бентонитовых глин Воронежского и Азербайджанского месторождений на рентгеновском дифрактометре ARLE`XTRA в диапазоне двойных углов 4-64° с применением программного обеспечения Crystallographica Search-Match Version 2, 0, 3, 1 [3].

Результаты исследования реологических свойств данных бентонитов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика бентонитов

Наименование показателей	Азербайджанский бентонит	Воронежский бентонит
Число пластичности	18	9
Индекс набухаемости, см <sup>3</sup>	36,7	9
Вязкость, мПас	50	2

Результаты исследований фазового состава представлены в виде дифрактограмм на рисунках 1 и 2. После обработки полученных дифрактограмм было установлено, что в воронежском бентоните более низкое содержание монтмориллонита (55%) в сравнении с азербайджанским (75%).

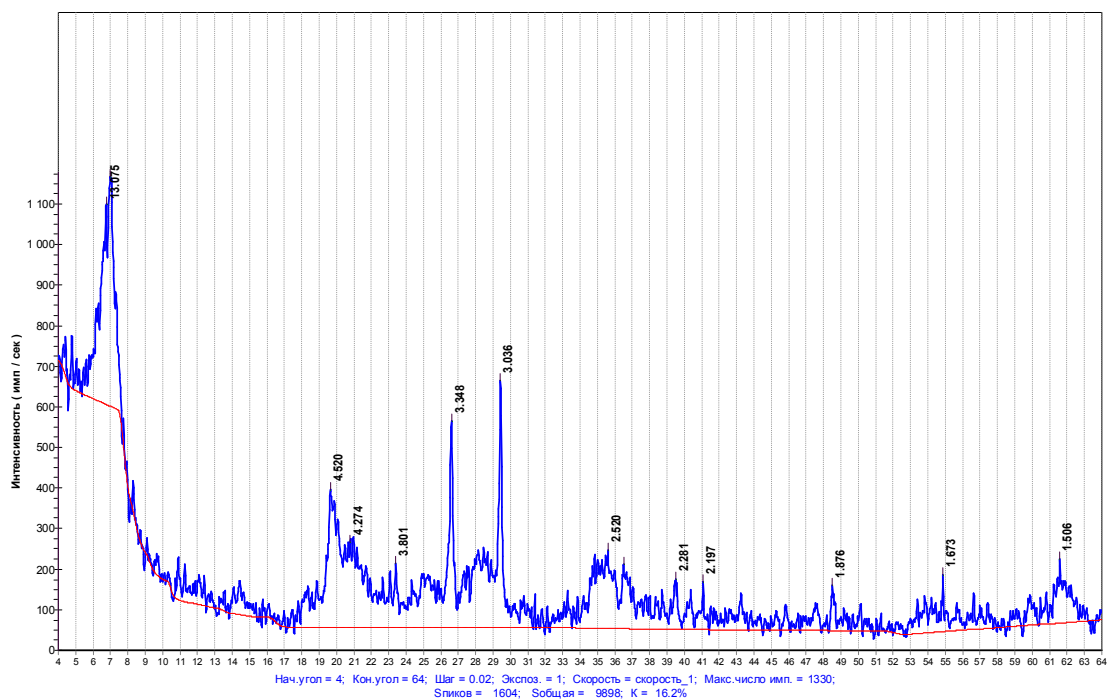


Рис. 1 – Дифрактограмма азербайджанского бентонита.

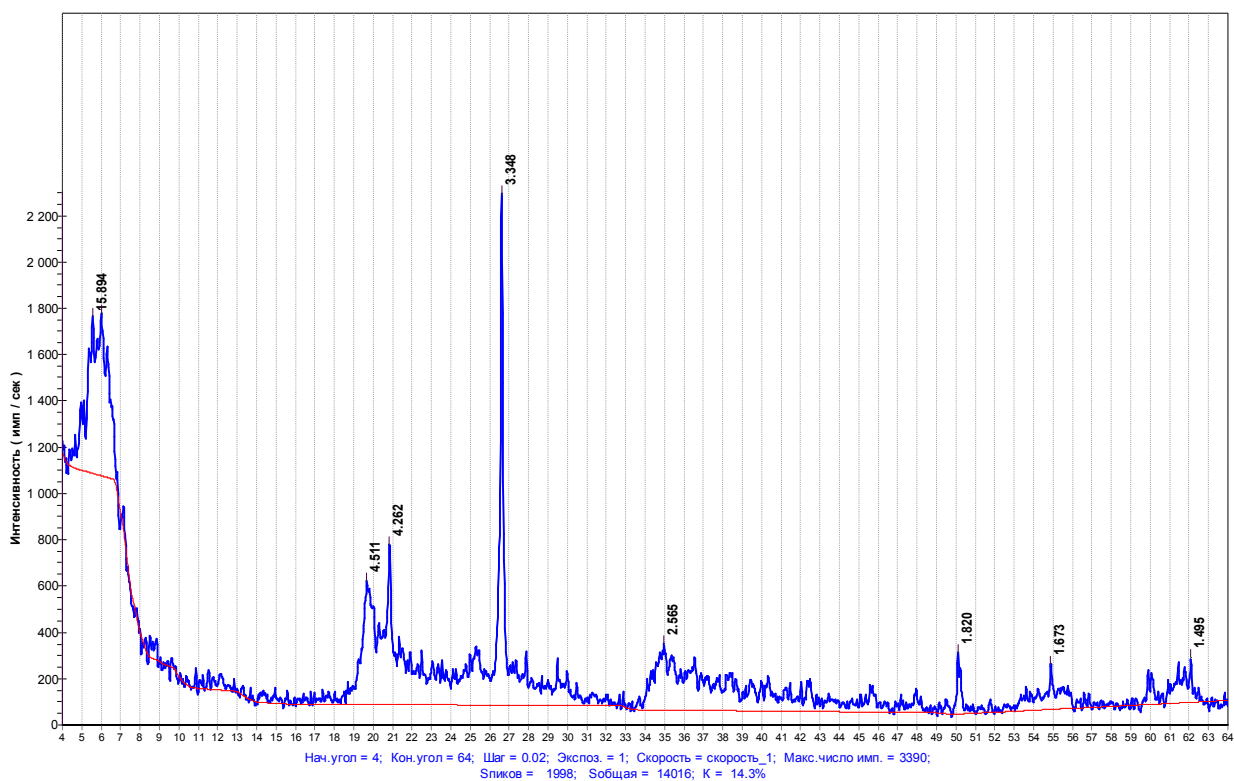


Рис. 2 – Дифрактограмма воронежского бентонита.

Таким образом, на основании полученных данных можно сказать, что наилучшими показателями обладает Азербайджанский бентонит. Однако в целях ресурсосбережения можно использовать Воронежский бентонит, предварительно активировав его реагентами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юрьев Б.П., Дудко В.А. Разработка технологий с целью повышения металлургических свойств качканарских окатышей // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2018. № 9 (1425). С. 32-40.
2. Сравнительный анализ реагентов-ингибиторов набухания глинистых отложений, применяемых на месторождениях восточной сибирей / Аверкина Е.В., Шакирова Э.В., Николаева М.Б., Климова А.А. // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331. № 12. С. 138-145.
3. Абдикамалова А.Б., Хамраев С.С. Комплексное изучение бентонитовых глин бештюбенского месторождения и возможности повышения эффективности их применения как сырья для глинопорошков // Химическая промышленность. 2017. Т. 94. № 3. С. 109-113.

## ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИКИ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА В РАЗЛИВОЧНОМ КАНАЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША

**Ряполов В.В., Кочергина И.Н., Кожухов А. А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** Представлены результаты компьютерного моделирования процесса течения металла в разливочном канале промежуточного ковша выполненное в программном комплексе ComsolMultiphysics. На основании полученных данных о полях скоростей и линий тока в процессе течения металла в разливочном канале промежуточного ковша сделан вывод о необходимости проведения дальнейших исследований, направленных на оптимизацию конструкции шибровой плиты для уменьшения мест образования застойных зон.*

**Ключевые слова:** промежуточный ковш; разливка металла; компьютерное моделирование; поле скоростей; линии тока.

## ESTIMATION OF THE HYDRODYNAMICS OF THE METAL FLOW IN THE FILLING CHANNEL OF THE TUNDISH

**Ryapolov V.V., Kochergina I.N., Kozhukhov A.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The results of computer simulation of the metal flow process in the filling channel of the tundish performed in the Comsol Multiphysics software package are presented. Based on the obtained data on the velocity fields and current lines during the metal flow in the filling channel of the tundish, it is concluded that further studies are necessary to optimize the design of the gate plate to reduce the places of formation of stagnant zones.*

**Keywords:** tundish; metal casting; computer simulation; velocity field; stream lines.

В настоящее время метод непрерывной разливки стали занимает лидирующие позиции, практически 96% всей разливаемой в мире стали осуществляется на машинах непрерывной разливки стали (МНЛЗ), с получением слябовых и сортовых непрерывнолитых заготовок. Несмотря на постоянное совершенствование процессов непрерывной разливки

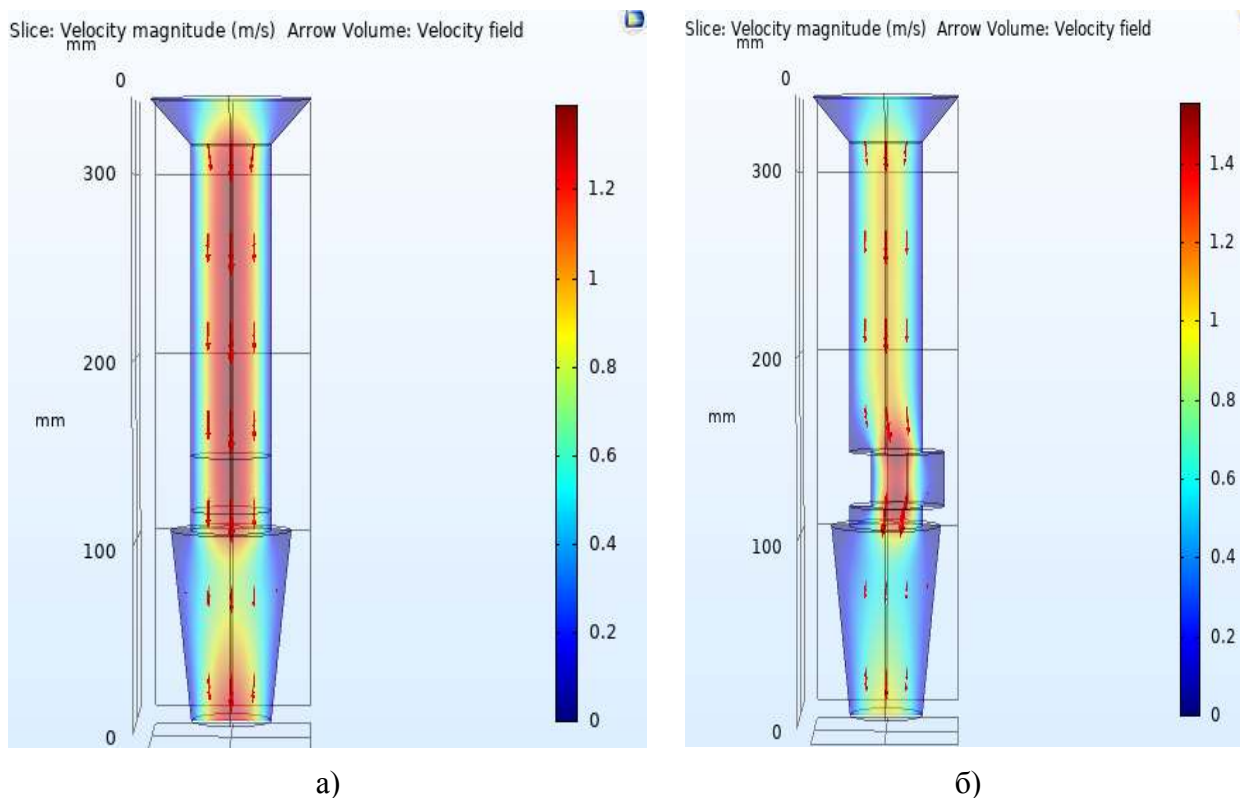


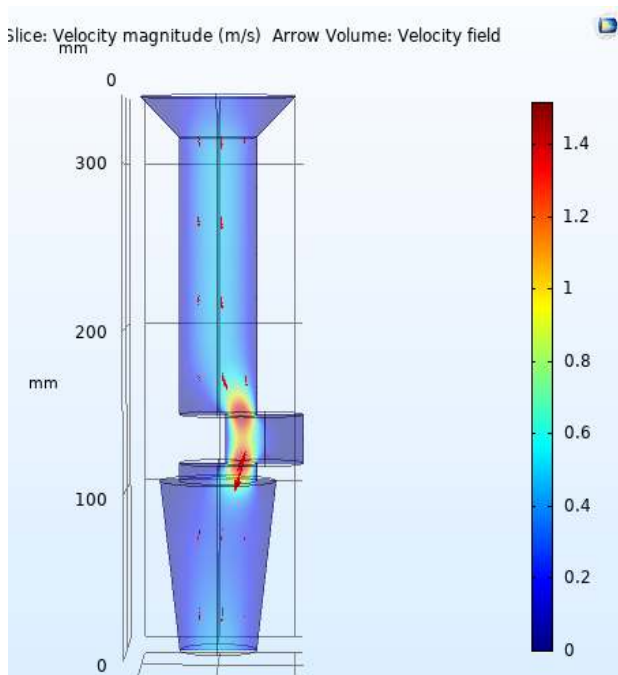
стали, остаются вопросы, связанные с качеством отливаемых заготовок[1]. В тоже время, качество отливаемых непрерывнолитых заготовок (НЛЗ) во многом определяется правильностью выбора технологических параметров процесса разлива стали, которые зависят от типа машины непрерывного литья заготовок, размеров поперечного сечения отливаемой заготовки, а также марки стали[2].

Практика работы машин непрерывной разливки стали показывает, что одной из ключевых проблем их работы является зарастание сталеразливочного канала. Сегодня не однозначного ответа на этот вопрос, почему происходит зарастание сталеразливочного канала неметаллическими включениями нет [3].

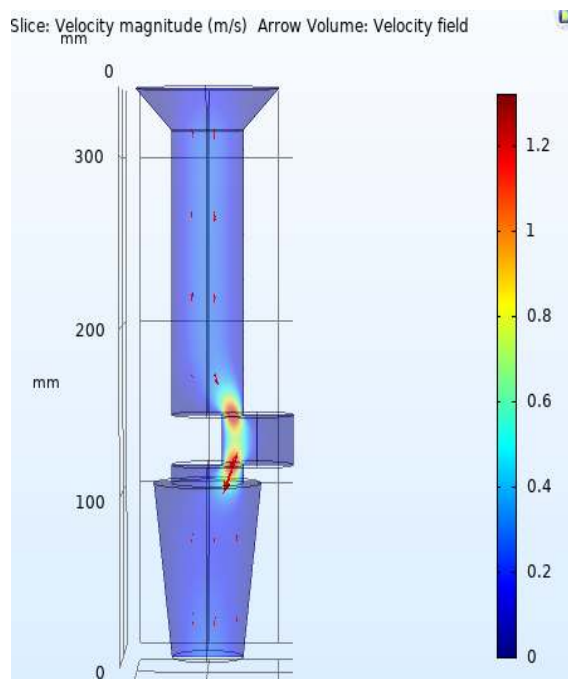
Целью данной работы является изучение особенностей гидродинамических явлений, происходящих внутри стандартного разливочного канала стакана-дозатора, трехплитного шибберного затвора, стакана - коллектора на математической модели. Разработанная математическая модель была реализована в программе COMSOL, поток лимитировался давлением входа и выхода, вещество находящееся в металлопроводке– сталь [4].

Результаты моделирования представлены на рисунке 1, 2:



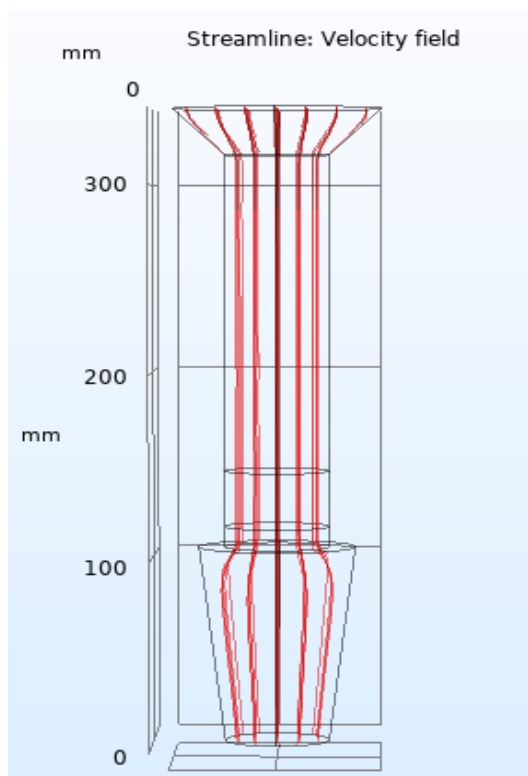


в)

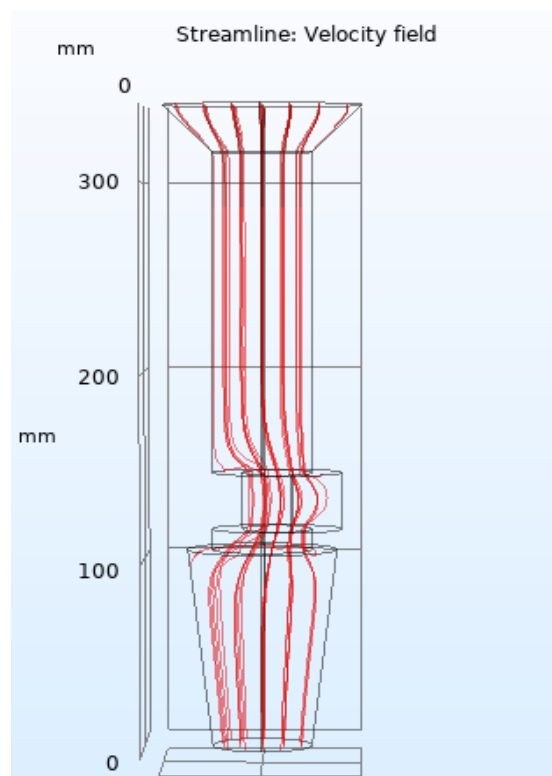


г)

Рис. 1 – Изменение скорости движения при различной степени закрытия шиберного затвора (а – 0 мм, б – 15 мм, в – 30 мм, г – 35 мм)



а)



б)

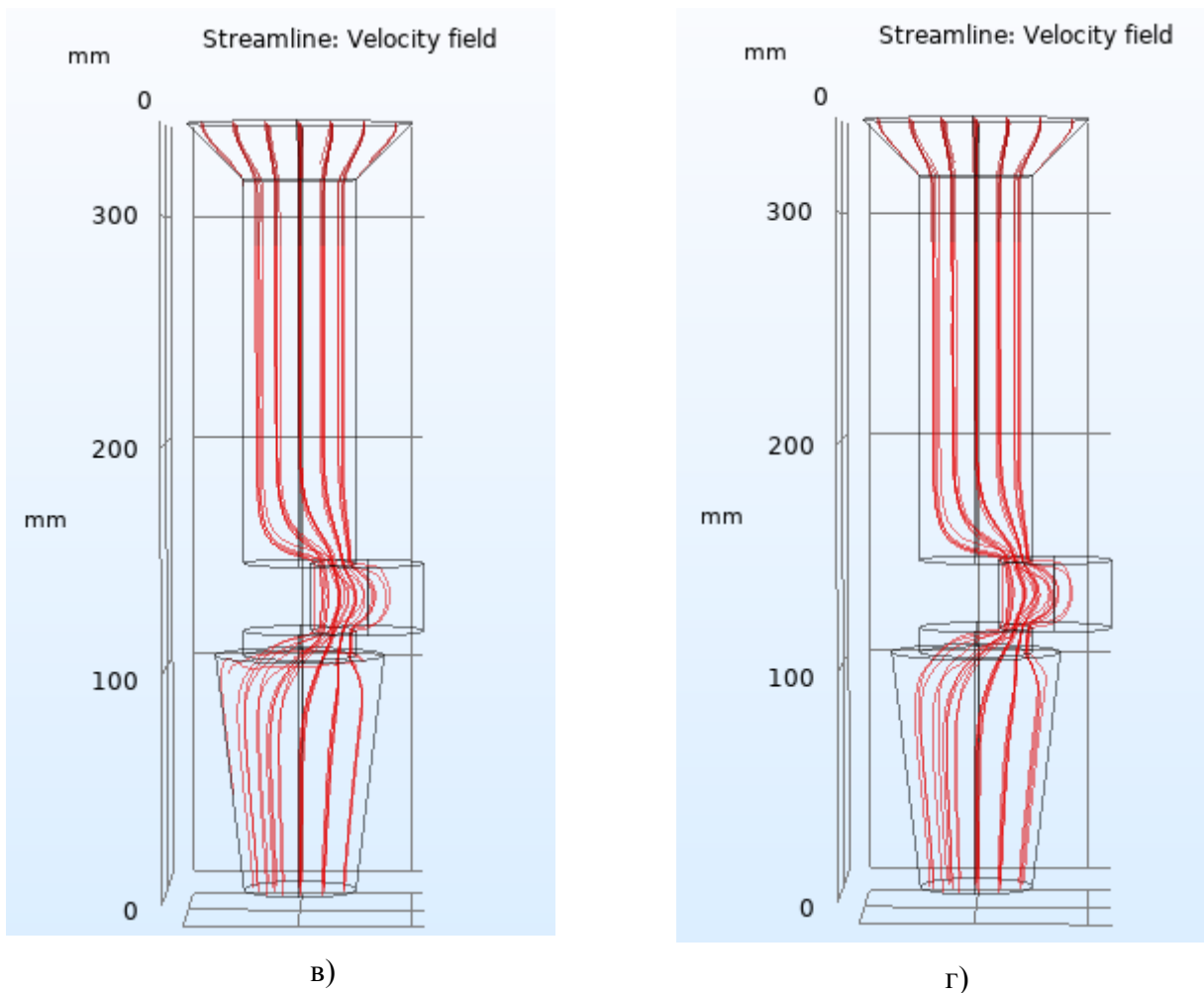


Рис. 2 – Изменение направления движения потоков при различной степени прикрытия шиберного затвора (а – 0 мм, б – 15 мм, в – 30 мм, г – 35 мм)

Из полученных результатов сделаны следующие выводы:

- при изменении степени прикрытия изменяется суммарный расход и скорость движения;
- застойные зоны всегда образуются на границах промежуточный ковш – стакан дозатор, шиберный затвор – стакан коллектор, а также в отверстии шиберной плиты, это означает, что отложение неметаллических включений с большей степенью будет происходить в указанных зонах;
- движение потоков имеют схожий вид.

На основании полученных данных можно сделать вывод о необходимости проведения дальнейших исследований, направленных на оптимизацию конструкции шиберной плиты для уменьшения мест образования застойных зон.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гущин В.Н. Разработка способов технологического воздействия на формирование непрерывнолитых заготовок и слитков и оборудования для их реализации с целью повышения качества металла / автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук // Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС". Москва, 2011, 38 с.
2. Хоменко А.А. Рациональное распределение потоков стали в промежуточном ковше высокопроизводительной сортовой МНЛЗ / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук // Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. Магнитогорск, 2009. 21 с.
3. Влияние переходных режимов непрерывной разливки на качество заготовки / Дюдкин Д.А., Белоусов В.В., Бабанин А.Я., Исаев О.Б., Комаров В.Ф., Кислица В.В. // Сталь. 2008. № 9. С. 20-23.
4. Недопекин Ф.В., Белоусов В.В. Моделирование гидродинамических и тепломассообменных процессов в металлургических технологиях // Вестник Удмуртского университета. Серия Физика и химия. 2008. № 1. С. 189-199.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЁТА МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ЛЕГИРОВАНИЯ СТАЛИ АЗОТОМ В ПРОЦЕССЕ ПРОДУВКИ

**Рошчупкина Е.Ю., Короткова Л.Н., Кожухов А.А., Кем А.Ю.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** Представлены этапы разработки методики расчёта массообменных процессов легирования стали азотом в процессе продувки. С использованием предложенной методики были проведены расчеты и показано влияние скорости массопереноса на усвояемость азота сталью, также установлено, что параметры продувки и, прежде всего, расход газообразного азота, определяют число пузырьков и площадь их поверхности. Сравнение полученных данных с производственными подтверждает достаточность концентрации азота в стали SA 20A для реализации процесса нитридного упрочнения.*

**Ключевые слова:** легированные стали; легирование азотом; продувка металла; стальковш; массопередача.

## DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATING MASS TRANSFER PROCESSES OF STEEL ALLOYING WITH NITROGEN IN THE PURGE PROCESS

**Roshchupkina E. Yu., Korotkova L. N., Kozhukhov A. A., Kem A. Yu.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The article presents the stages of development of a method for calculating the mass transfer processes of steel alloying with nitrogen in the purge process. Using the proposed method, calculations were carried out and the effect of the mass transfer rate on the assimilation of nitrogen by steel was shown, and it was also found that the purge parameters and, above all, the consumption of nitrogen gas determine the number of bubbles and their surface area. The comparison of the obtained data with the production data confirms the sufficiency of the nitrogen concentration in the SA 20A steel for the implementation of the nitride hardening process.*

**Keywords:** alloy steels; nitrogen alloying; metal purging; steelmaking; mass transfer.

В настоящее время для легирования стали азотом используются различные материалы, которые содержат азот в необходимом количестве и способны растворяться в металле. Одним из способов легирования металла азотом основан на продувке расплава газообразным азотом [1-4]. В тоже время, качественное осуществление процесса продувки направленное на легирование стали азотом осложняется тем, что для оценки поведения азота необходимо иметь достоверные данные о скорости его усвоения и об условиях его взаимодействия с другими элементами расплава [5-7].

Поэтому целью настоящей работы является разработка методики оценки усвояемости азота в условиях продувки (на примере стали SA – 20A). Разработка методики предусматривает: определение равновесной концентрации азота с учетом параметров взаимодействия; проведение расчетов мощности перемешивания и усвояемости азота в заданных условиях продувки; определение среднего эффективного «пузырькового» коэффициента массопередачи азота жидкой стали; расчет продолжительности продувки азотом в условиях перемешивания.

Для определения равновесной концентрации азота в стали можно воспользоваться следующим выражением:

$$[N] = \frac{K_{N_2}}{f_{[N]}} p_{N_2}^{1/2}, \quad (1)$$

При этом расчет коэффициента активности азота  $f_{[N]}$  проводится с учетом параметров взаимодействия первого порядка в соответствии с выражением:

$$\lg f_{[N]} = \varepsilon_N^N [\% N] + \varepsilon_N^C [\% C] + \varepsilon_N^{Mn} [\% Mn] + \varepsilon_N^V [\% V] + \varepsilon_N^{Al} [\% Al] + \varepsilon_N^{Si} [\% Si] \quad (2)$$

Для стандартных условий внепечной обработки при  $T = 1873$  К, константа равновесия  $K_{N_2}$  рассчитывается по уравнению:

$$\lg K_{N_2} = -\frac{930}{T} - 0,87, \quad (3)$$

Совместное решение (1)-(3) позволяет рассчитать равновесную концентрация азота.

Анализ (1)-(3) показывает, что данная система уравнений не учитывает параметры продувки стали, площадь контактной поверхности «газ-жидкий металл», другими словами, данные параметры как бы не оказывают никакого влияния на процесс азотирования металла через газовую фазу. Все определяется только величиной парциального давления азота над поверхностью расплава. В связи с этим, необходимо связать величину парциального давления с параметрами продувки металла, что позволит провести оптимизацию процесса с точки зрения его продолжительности и расхода газообразного азота.

Очевидно, что величина расхода азота зависит от величины его усвояемости расплавом стали в условиях продувки с перемешиванием. Принимая, что в процессе

продувки реализуется молекулярный перенос азота в жидкой фазе, который описывается механизмом растворения азота в режиме массопереноса из пузыря в жидкий металл, скорость которого ( $V_p$ ) описывается уравнением:

$$V_p = \frac{dC}{dt} = \frac{\beta \cdot S \cdot n}{V_{жс}} (C_{пуз} - C_p), \quad (4)$$

где  $C_{пуз}$ ,  $C_p$  – концентрация азота в пузыре (100%) и равновесная концентрация азота в стали, %;  $\beta$  – средний эффективный коэффициент массопередачи от пузыря к металлу, см/с;  $n$  – среднестатистическое число пузырей, шт.;  $V_{жс}$  – объем жидкой стали в ковше, см<sup>3</sup>;  $S$  – поверхность пузыря, см<sup>2</sup>.

Величину среднего эффективного коэффициента массопередачи ( $\beta$ ) от пузыря азота к жидкой стали, см/с, можно определить воспользовавшись выражением:

$$\beta = 4,8 \cdot 10^{-5} \cdot \varepsilon^{0,28} \cdot r_{\text{б}}^{1,5}, \quad (5)$$

где  $\varepsilon$  – мощность перемешивания, квт/т;  $r_{\text{б}}$  – радиус пузырька, м.

Мощность перемешивания расплава при его продувке продувки азотом определяется в соответствии с выражением:

$$\varepsilon = \frac{4,75 \cdot 10^{-7} \cdot Q \cdot T}{M} \lg \left( 1 + \frac{H}{1,45} \right), \quad (6)$$

где  $Q$  – расход азота при нормальных условиях, м<sup>3</sup>·час<sup>-1</sup>;  $M$  – масса жидкого металла, т;  $H$  – высота продуваемого столба стали, м:  $H = H_k - H_{\text{св.борт}}$ , при этом  $H_k$  – высота ковша,  $H_{\text{св.борт}}$  – величина свободного борта.

Площадь поверхности пузыря можно определить, как площадь шарового сегмента, выражая её через радиус эквивалентного по объему шара:

$$S = 18,033 \cdot r_{\text{б}}^2, \quad (7)$$

Среднее число пузырей в жидкой стали определяли по секундному расходу газа ( $J$ ), приведенному к температуре и среднему давлению в объеме металла, по среднестатистическому объему пузыря, высоте столба металла ( $H$ ) над продувочным устройством, средней скоростью всплывания пузырей относительно неподвижных координат, используя выражение:

$$n = \frac{J}{4/3\pi r_{\text{б}}^3} \cdot \frac{H}{\sqrt{g r_{\text{б}}}} \cdot \frac{T_{\text{расплава}}}{T_{\text{газавпуз}}} \left( 1 + \frac{H}{290} \right), \quad (8)$$

Среднеравновесную концентрацию азота в расплаве, достигаемую за время подъема пузырька от продувочного устройства до поверхности жидкой стали определяли, используя значения константы равновесия и коэффициента активности азота, по эмпирической формуле:

$$C_p = \frac{K_N}{2f_N} \sqrt{\frac{1+H}{145}} + 1, \quad (9)$$

Решая последовательно выражения (5)-(9), можно определить величину скорости массопереноса, см/с:

Поскольку количество усвоенного расплавом стали заданного состава азота определяется выражением:

$$[N] = V_p \cdot \tau, \quad (10)$$

где  $\tau$  – время продувки, с,

Тогда время продувки необходимое для достижения необходимой величины азота в стали определяется по выражению:

$$\tau = \frac{[N]}{V_p}, \quad (11)$$

С использованием предложенной методики были проведены расчеты и показано влияние скорости массопереноса на усвояемость азота сталью, также установлено, что параметры продувки и, прежде всего, расход газообразного азота, определяют число пузырьков и площадь их поверхности. Сравнение полученных данных с производственными подтверждает достаточность концентрации азота в стали SA 20A для реализации процесса нитридного упрочнения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ровнушкин В.А., Смирнов Л.А. // Проблемы производства и применения стали с ванадием: материалы Международного семинара. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. С. 95 – 121
2. Ивлев С.А., Казаков С.В., Свяжин А.Г. // Использование газообразного азота для внепечной обработки стали.- М.: ИМЕТ, 1987 г., с.10.
3. Тимофеев П.В., Семин А.Е., Меркер Э.Э. // Интенсификация процесса газового азотирования жидкой стали в ковше азотом. Известия вузов «Черная металлургия», № 11, 2006 г.
4. Шабалов И.П., Филиппов Г. А., Семин А.Е., Щукина Л.Е. // Влияние способа азотирования жидкого расплава на содержание азота в стали. Металлург, 1, 2015, с.64-68



5. Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Дмитриенко В.И. и др. // Экспериментальное исследование процесса комплексного микролегирования стали ванадием и азотом. Известия вузов. Черная металлургия, № 10, 2014. Том 57, с. 29 -32

6. Гизатулин Р.А., Козырев Н.А., Сапрыкин А.А. и др. // Легирование стали азотом при продувке в ковше через донные и погружаемые фурмы. Сборник трудов Международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы современного машиностроения”. Юргинский технологический институт. 2014. С. 328-332.

7. Gizatulin R.A., Nokhrina O.I., Kozyrev N.A. // Nitrogen microalloying of steel with injection in the ladle through bottom tuyeres and submersible tuyeres. Steel in Translation. 2010. T. 40. № 6. С. 522-525.

## ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В АГРЕГАТАХ НА ОСНОВЕ СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОГО ПРОЦЕССА

**Цымбал В.П.<sup>1</sup>, Рыбенко И.А.<sup>1</sup>, Кожухов А.А.<sup>2</sup>, Сеченов П.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, [tsymbal33@mail.ru](mailto:tsymbal33@mail.ru)

<sup>2</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

[koshuhov@yandex.ru](mailto:koshuhov@yandex.ru)

***Аннотация.** Рассмотрены основные принципы работы струйно-эмульсионного металлургического процесса и агрегата (СЭР). Показано, что в связи с тем, что основой механизма функционирования этого процесса является создание вынужденного движения двухфазной рабочей среды в замкнутой системе под давлением, он наилучшим образом приспособлен для переработки пылевидных железосодержащих материалов. На основе многовариантных термодинамических исследований показана возможность прямого восстановления в одну стадию (без агломерации) цинкосодержащего шлама газоочистки ДСП с получением первородной шихтовой заготовки. Предложена и термодинамически обоснована структура безотходной технологии с разделением шлама газоочистки ДСП на четыре ликвидных продукта: металл, высокопористый шлак, цинковую пыль и газ (электроэнергия). Показана высокая эффективность процесса и быстрая окупаемость затрат.*

**Ключевые слова:** струйно-эмульсионный металлургический процесс; вынужденное движение; двухфазная среда; шлам газоочистки ДСП; первородная шихтовая заготовка; безотходная технология.

## PROCESSING OF PULVERIZED WASTE OF METALLURGICAL PRODUCTION IN AGGREGATES BASED ON THE JET-EMULSION PROCESS

**Tsymbal V.P.<sup>1</sup>, Rybenko I.A.<sup>1</sup>, Kozhukhov A.A.<sup>2</sup>, Sechenov P.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, [tsymbal33@mail.ru](mailto:tsymbal33@mail.ru)

<sup>2</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

**Annotation.** *The basic principles of operation of the jet-emulsion metallurgical process and the unit (SIR) are considered. It is shown that due to the fact that the basis of the mechanism of functioning of this process is the creation of a forced movement of a two-phase working medium in a closed system under pressure, it is best suited for processing pulverized iron-containing materials. On the basis of multivariate thermodynamic studies, the possibility of direct reduction in one stage (without agglomeration) of the zinc-containing sludge of gas purification of chipboard with the production of the original charge billet is shown. The structure of a waste-free technology with the separation of the sludge of gas purification of chipboard into four liquid products is proposed and thermodynamically justified: metal, highly porous slag, zinc dust and gas (electricity). The high efficiency of the process and fast cost recovery are shown.*

**Keywords:** jet-emulsion metallurgical process; forced motion; two-phase medium; particle board gas cleaning sludge; primordial charge billet; waste-free technology.

### **Основные принципы и решения при создании нового процесса**

В результате совместной работы коллектива ученых СибГИУ и специалистов Западно-Сибирского металлургического комбината был создан и реализован в виде крупномасштабной опытной установки новый строино-эмульсионный металлургический процесс и агрегат (СЭР), позволяющий перерабатывать пылевидные металлосодержащие материалы путем прямого восстановления в одну стадию, без агломерации [1]. Этого удалось добиться благодаря использованию следующих принципов [2–5] и конструктивных решений [1, 6, 7]:

создание двухфазной рабочей смеси (газовзвеси) путем интенсивной диспергации потока шихты встречными струями газа в реакторе-осцилляторе;

организация вынужденного движения двухфазной струи в замкнутом объеме под давлением;

организация пульсирующего потока рабочей смеси на выходе реактора-осциллятора с газодинамическим запирающим выходного канала путем использования нелинейных свойств двухфазной среды [8];

нижняя подача двухфазной рабочей смеси из реактора-осциллятора в колонный реактор;

создание в верхней части колонного реактора диссипативной структуры –сепаратора металла, шлака и газа, с параболическим распределением по высоте содержания оксидов железа, что позволит управлять содержанием углерода в металле в широких пределах.

Конструкции реализации отмеченных принципов представлена на рисунке 1.

### **Конструктивная реализация и краткое описание работы агрегата**

Использование описанных выше подходов и принципов [1, 6,7] позволило создать агрегат (рисунок 1) с очень малым удельным объемом и энергоемкостью. Основу технологической схемы мини-модуля составляют: система подачи шихты 1 – 5, реактор-осциллятор 6, соединительный канал с газодинамическим самозапираанием 7, рафинирующий отстойник 8, одновременно играющий роль первой ступени мокрой газоочистки, копильник 9, а также система гарнисажного охлаждения 10, канал 11 для выдачи газошлаковой эмульсии в шлакоприемник и канал 12 для перетока части газа, шлакоприемник 13 с гранулятором 14, система утилизации тепла в кипящем слое или реформации дымовых газов в синтез-газ 17 и система газоочистки 18.

Пылевидная шихта, состоящая из смеси оксидов металлов и твердых восстановителей, эффективно диспергируется в реакционной камере 6. Здесь создается газовзвесь с объемной долей газа порядка 0,99. Вследствие нелинейной зависимости скорости истечения двухфазной среды от газосодержания [8] в соединительном канале 7 образуется аэродинамически запираемый затвор (изменение скорости струи на порядок), а в сочетании с обратной связью по газосодержанию (за счет изменения условий протекания химических реакций с газовыделением, а также условий подачи в реактор шихты и кислорода) имеется возможность создавать стационарный колебательный режим (самоорганизующийся реактор-осциллятор) [1].

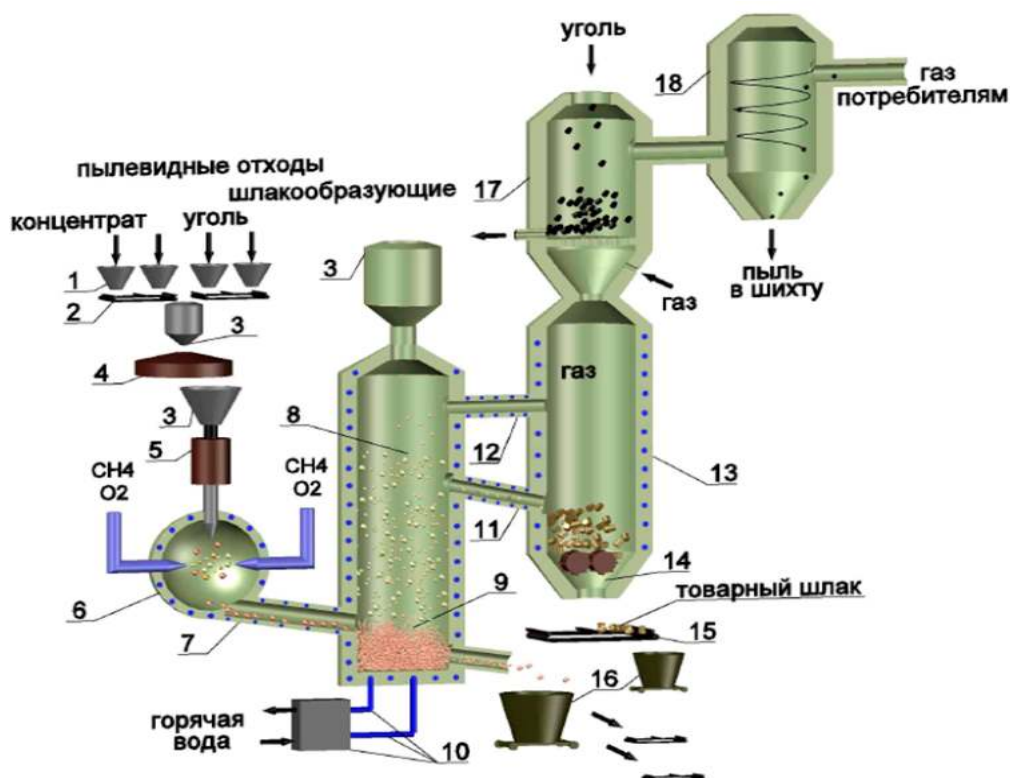


Рис. 1 – Технологическая схема агрегата СЭР

Созданный в реакторе-осцилляторе 6 высокий потенциал давления, а также полная изоляция процесса от атмосферы, позволяют использовать работу расширения химических реакций и проталкивать продукты реакций через все находящиеся за основным технологическим агрегатом устройства утилизации энергии без использования высокотемпературных побудителей расхода.

### СЭР – лучший агрегат для переработки пылевидных материалов

Как можно видеть из рассмотренного выше, агрегат типа СЭР по самому принципу работы наиболее приспособлен для переработки пылевидных материалов в одну стадию (без агломерации). Реактор-осциллятор играет роль своеобразного компрессора-карбюратора, который позволяет превращать поток подаваемой пылевидной шихты в двухфазную рабочую смесь и транспортировать ее через все последовательно соединенные аппараты, в том числе энергоутилизирующие, что является важной предпосылкой его высокой эффективности и конкурентоспособности.

На крупномасштабной опытной установке, смонтированной в отделении перелива чугуна конвертерного цеха Запсибкомбината, была показана возможность переработки в одну стадию путем прямого восстановления пылевидных металлосодержащих материалов: шлама газоочистки, омазученной окалины, пылевидной железной и марганцевой руды. Наиболее рациональным вариантом шихты оказалась смесь 50% шлама и 50% окалины. Эта

смесь пластифицировалась в смесителе путем добавки мазута или отработанных масел и подавалась с помощью двухпоршневого бетононасоса в реактор-осциллятор 6 (рисунок 1), где диспергировалась встречными струями спутных потоков газ-кислород. В экспериментальных плавках на опытной установке нового процесса было получено содержание углерода в диапазоне  $0,2 \div 1,7\%$  [1,7].

Как было показано выше, особенностью агрегата СЭР является возможность создания в реакторе-осцилляторе достаточно совершенной двухфазной рабочей смеси (газовзвеси). Это позволяет эффективно использовать огромную межфазную поверхность пылевидных шихтовых материалов и перерабатывать их в одну стадию без агломерации. При этом резко ускоряются тепло- и массообменные процессы и время пребывания частиц в агрегате, что приводит, в свою очередь, к уменьшению удельного объема агрегата, энергоемкости и капиталоемкости.

Разработанный процесс и агрегат обладает определенной степенью универсальности. Имеется возможность путем изменения режима продувки и степени дожигания топлива-восстановителя перерабатывать пылевидные материалы с широким диапазоном изменения химического состава, в том числе, бедные пылеватые руды и хвосты обогащения. Кроме того, агрегат СЭР может использоваться в качестве газификатора пылевидных фракций угля, но наиболее экономичным является вариант с использованием смеси угля и пылевидных железосодержащих отходов. При этом облегчается процесс поддержания стабильного слоя шлако-металлической эмульсии, внутри которой сжигается топливо, а также снижается расход газообразного кислорода за счет использования кислорода из оксидов железа [9,10].

Необходимо подчеркнуть целесообразность ориентации на первом этапе реализации нового процесса на получение первородной шихтовой заготовки для электросталеплавильных печей. Дело в том, что, несмотря на возросшие трудности реализации готового проката, рынок оборотного лома остается ненасыщенным, а стоимость лома находится на уровне себестоимости чугуна. В России в последние годы построено и планируется в строительстве несколько мини-заводов, в связи с чем, дефицит лома растет.

Все острее становится проблема загрязнения оборотного лома неокисляемыми примесями (медь, никель и др.), что не позволяет выплавлять некоторые марки стали или ухудшает качество металла. В связи с этим, в шихту электросталеплавильных печей приходится добавлять железо прямого восстановления (окатыши или брикеты), которое значительно дороже лома [11], а при дальних его перевозках существует опасность самовозгорания. Кроме того при использовании брикетов значительно (на 25%) возрастают затраты энергии и количество шлака [12].

Этих недостатков лишена первородная шихтовая заготовка, которую планируется получать из шлама и окалина по предлагаемой технологии [1], кроме того, она отличается низкими энергетическими затратами и капиталоемкостью по сравнению с известными процессами прямого восстановления [13,14].

### **Результаты модельных расчетов получения шихтовой заготовки из шлама газоочистки**

В представляемой работе ставится задача разработки на основе агрегата СЭР практически безотходной технологии переработки шлама газоочистки ДСП с получением шихтовой заготовки.

В таблице 1 представлен химический анализ шламов газоочисток ДСП и АКОС Оскольского электро-металлургического комбината.

Таблица 1 – Состав шламов

Содержание компонентов, %															
Вид отходов	NiO	Sn	Pb	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SiO <sub>2</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	TiO <sub>2</sub>	Zn	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CuO
ДСП	,025	0,013	0,33	27,52	25,87	12,67	3,66	7,3	0,74	0,9	3,97	0,062	3,28	0,029	0,13
АКОС	0,043	0,003	0,083	16,64	16,08	20,24	10,36	10,8	0,36	2,07	5,74	0,069	0,86	0,049	0,035

С использованием программного комплекса «Терра» были проведены термодинамические исследования восстановления шлама газоочистки ДСП, результаты которых представлены на рисунках 2–4.

На рисунке 2 показаны количество и химические составы металла, шлака и газа при подаче восстановителя (природного газа) в стехиометрическом соотношении в зависимости от температуры, а на рисунке 3 – зависимости параметров процесса восстановления железа от расхода метана при температуре 1600°C.

Как видно из этих очень важных для разработки технологии данных, минимально необходимый для восстановления расход метана на 100 кг шлама составляет 14 кг. Естественно, что для нагрева системы до 1600°C требуется гораздо больший расход метана.

Это можно видеть на рисунке 4, где показаны итоговые результаты расчетов, полученные с помощью программно-инструментальной системы «Инжиниринг-Металлургия» [15-17].

Эта система представляет собой комплекс математических моделей на основе законов сохранения и привязанную базу данных по термодинамике, сквозным энергозатратам, составам шихтовых материалов, энергоносителей и др. С помощью этой системы можно очень быстро проводить многовариантные расчеты проектируемых технологий с наложением различных ограничений и выбором оптимальных вариантов.

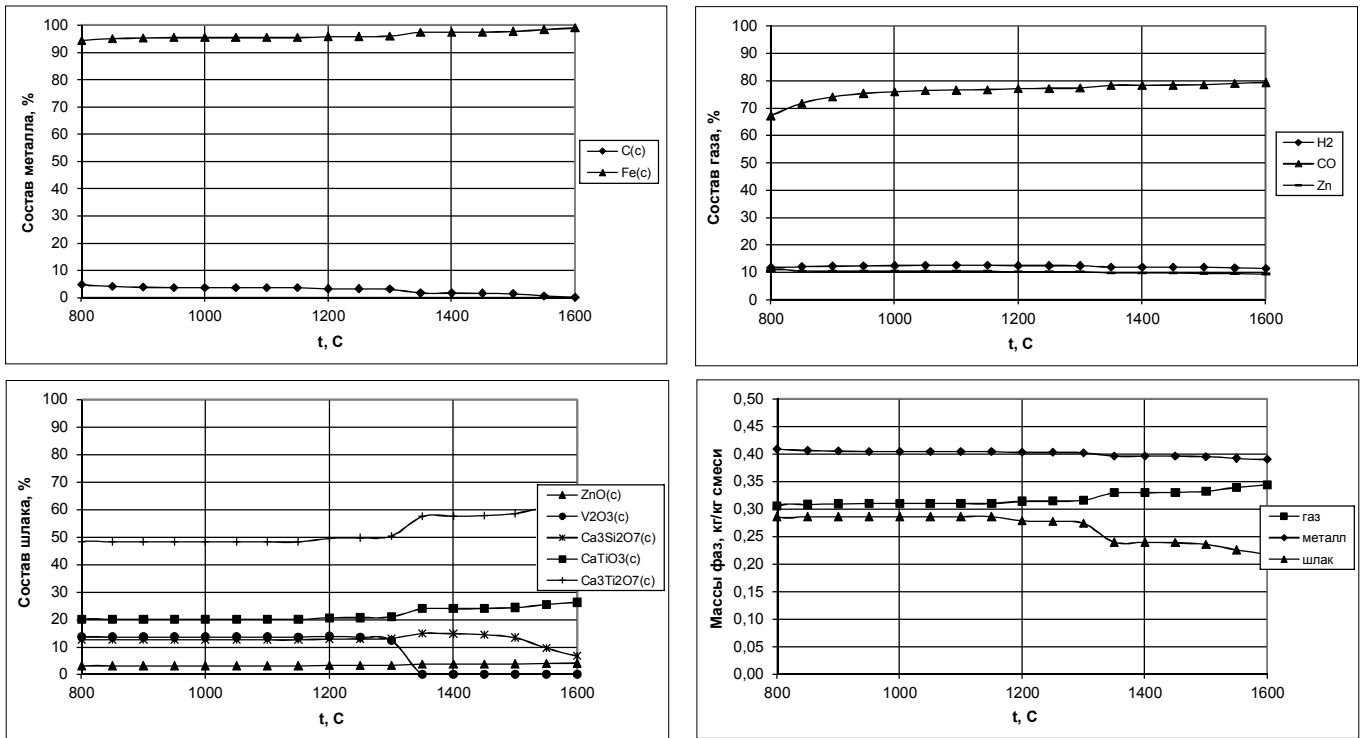


Рис. 2 – Результаты расчетов процесса восстановления шлама ДСП с использованием программного комплекса «Терра»

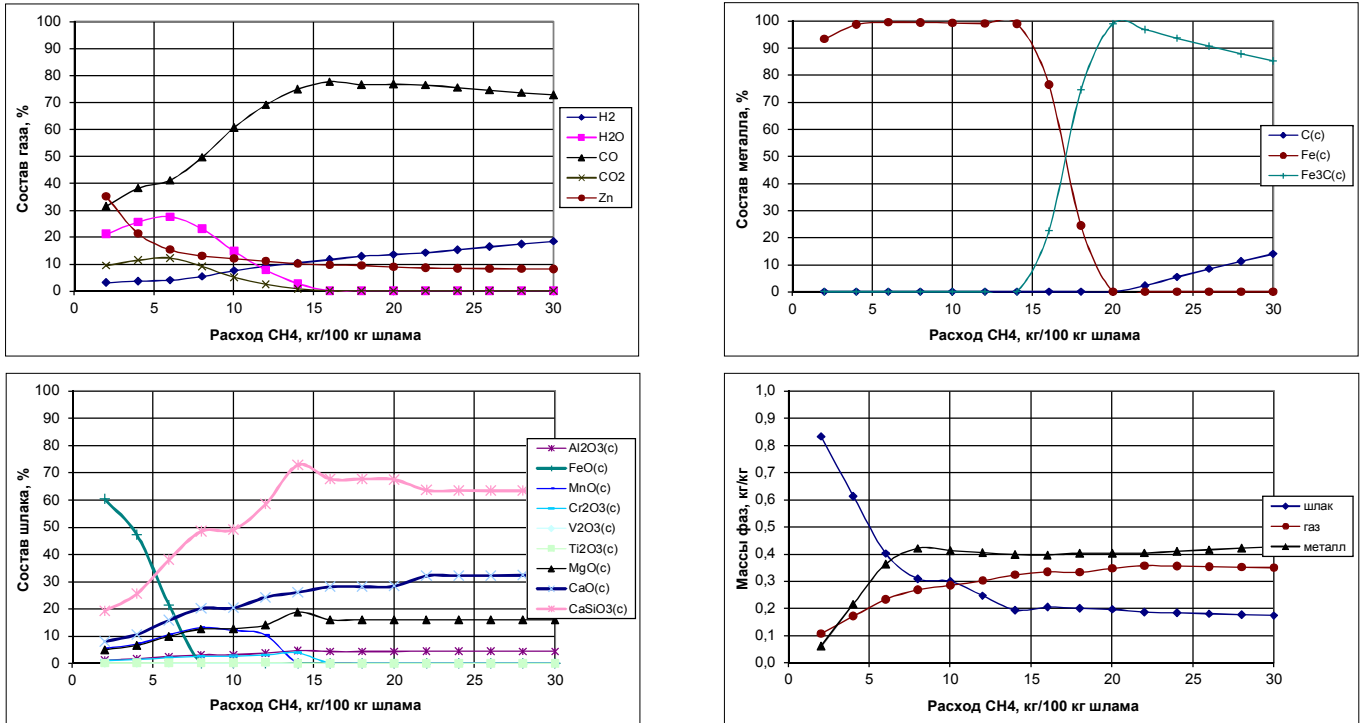


Рис. 3 – Зависимости параметров процесса восстановления железа от расхода метана при температуре 1600 °С.



В результате таких оптимизационных расчетов получены представленные на рисунке 4 параметры технологии (составы металла, шлака, газа) с энергозатратами 21 ГДж/т получаемого металла без учета химической энергии отходящих газов, которую планируется полностью использовать в поршневой мини-электростанции, а также в мини-кислородной станции (в случае необходимости получения собственного кислорода).

Итоговые результаты расчета

Характеристика входных потоков

Шихта	кг/с	кг/т	Газообразные вх-е потоки	кг/с	кг/т	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /т	м <sup>3</sup> /ч
1 Шлам	4,00	2127,529	1. Кислород	1,62	859,04	1,13	602	4072,57
2 Отработанное масло	0,50	265,941	2. Природный газ	0,72	384,92	0,99	524,46	3549,77
<b>Итого:</b>	<b>4,50</b>	<b>2393,47</b>	<b>Итого:</b>	<b>2,34</b>	<b>1243,96</b>	<b>2,12</b>	<b>1126,16</b>	<b>7622,33</b>
<b>Расход материалов</b>	<b>6,84</b>	<b>3637,4</b>						

Тепловой баланс

	Приход	кДж/с	Расход	кДж/с
1 Тепло элз р-й	22139,8		1 Тепло металла	2553,1
2 Тепло внеш ист	3000,0		2 Тепло шлака	2046,5
			3 Тепло газа	9933,8
			4 Тепло энд р-й	10606,4
<b>Итого:</b>	<b>25139,8</b>		<b>Итого</b>	<b>25139,8</b>
			<b>Невязка</b>	<b>0,000%</b>

Технико-экономические показатели

Энерго-емкость	Себестоимость	Себестоимость	Производительность
ГДж/т	руб/т	емкость	т/ч
21,00	5368,83	66,51	6,77

Характеристика выходных потоков

Металл	Итого	Fe	C	Mn
%	100,0%	98,37%	1,00%	0,63%
кг/с	1,880	1,850	0,019	0,012

Шлак	Итого	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO
%	100%	3,38%	0,00%	42,16%	24,29%	2,99%	12,18%	12,15%	0,21%	0,10%	2,48%	0,08%
кг/с	1,436	0,049	0,000	0,605	0,349	0,043	0,175	0,174	0,003	0,001	0,035	0,001

Газ	Итого	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Zn
%	100%	53,30%	16,28%	0,51%	2,06%	26,31%	1,54%
кг/с	3,578	1,907	0,583	0,018	0,074	0,941	0,055

Рис. 4 – Итоговые результаты расчета процесса восстановления шлама ДСП в системе «Инжиниринг-Металлургия»

Как видно из таблицы 1, шлак газоочистки ДСП содержит значительное количество цинка (3,38%), который при температуре более 900°С испаряется (рисунок 5), переходя в газовую фазу. В равновесном состоянии в газовой фазе (рисунки 2, 3) находится около 10% цинка (по массе), а в планируемой технологии в отходящем газе 0,055кг/с или 198кг/ч, что составляет 29 кг на тонну выплавляемой заготовки и свидетельствует о целесообразности и термодинамической возможности извлечения цинка из газовой фазы. Цена оксида цинка и цинковой пыли в 20 раз выше цены шихтовой заготовки.

### Безотходная технология переработки шлама газоочистки ДСП

Анализ приведенных выше данных и возможностей, заложенных в принципах создания и конструкции струйно-эмульсионного процесса (рисунок 1), дает основание предложить следующую схему технологии (рисунок 6).

Пылевидные шихта из бункера 1 попадает на питатель 2 и дозатор 3, затем шнековым питателем 4 подаётся в реактор-осциллятор 5 на встречные струи спутных потоков кислорода и природного газа. Подготовленная таким образом двухфазная среда через газодинамически запираемый канал 6 подаётся в нижнюю часть колонного реактора 7. Над металлом, находящимся в копытнике 8, в результате превращения кинетической энергии струи в статическую, образуется динамическая «подушка» (своеобразная провальная решётка) 9, на которой держится высокий столб газшлакометаллической эмульсии.

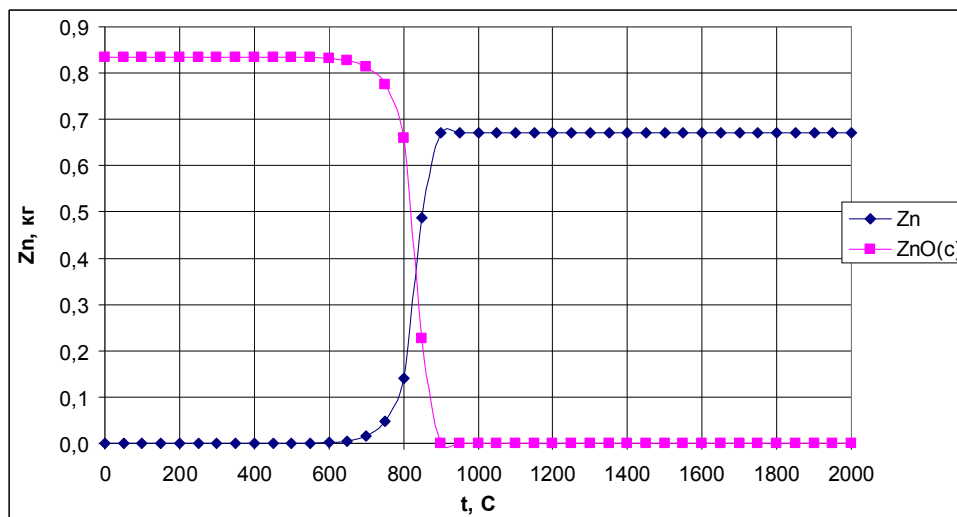


Рис. 5 – Зависимости параметров процесса испарения цинка от температуры

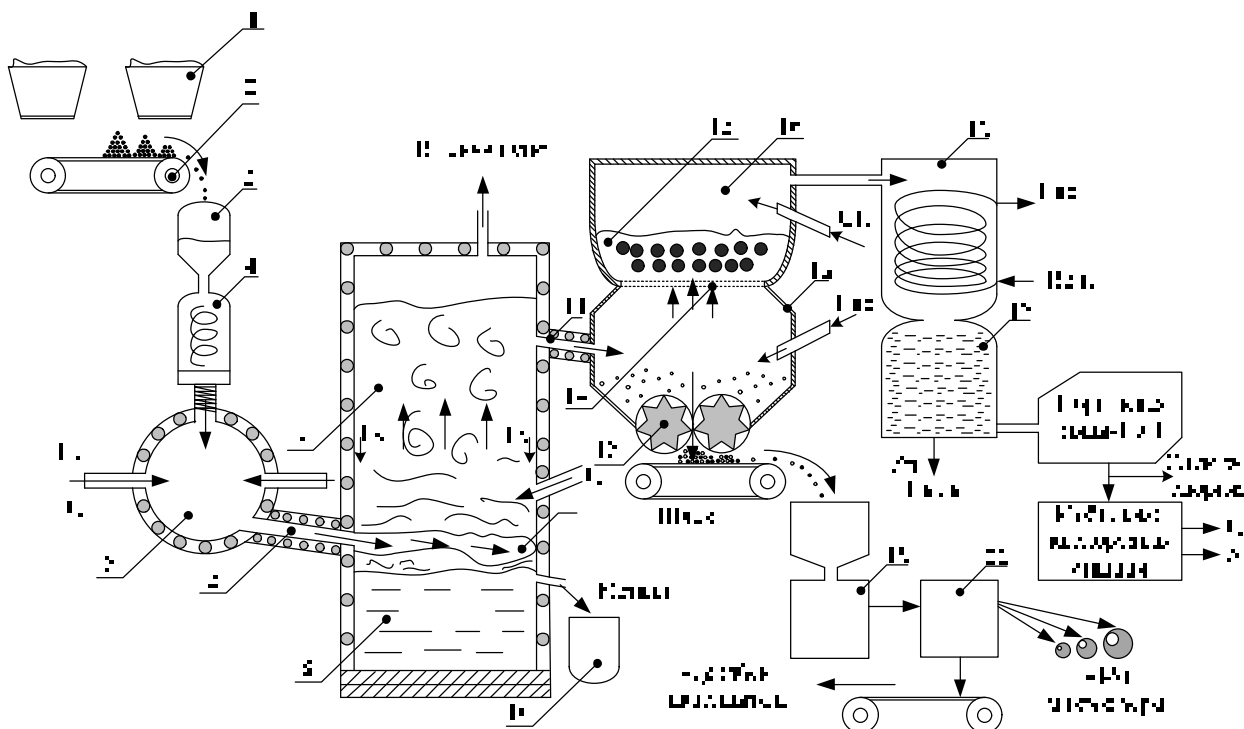


Рис. 6 – Схема безотходной технологии переработки шлама газоочистки ДСП

Здесь образуется диссипативный сепаратор металла, шлака и газа, в котором наблюдается неравномерное распределение по высоте оксидов железа, что позволяет управлять содержанием углерода в металле.

Газошлаковая эмульсия из верхней части колонного реактора 7 через соединительный канал 11 выбрасывается со скоростью порядка 100 м/с в шлакоприёмник 12 на валковый гранулятор 13, на который также направляются струи пара для охлаждения и грануляции пористых частиц шлака, которые подаются в гравитационный сепаратор и классификатор по фракциям.

В результате высокого газосодержания двухфазной смеси, интенсивной турбулизации в соединительном канале 11 и в потоках пара над гранулятором 13 создается возможность осуществления грануляции шлака на очень мелкие пористые фракции. Полученный таким образом шлак является хорошим легким заполнителем, например, для низко теплопроводного бетона, а также может использоваться в качестве адсорбента, в том числе и в камере 16. Некоторое количество пористого шлака из-за высокой турбулизации превращается в замкнутые алюмосиликатные микросферы, которые находят широкое применение в различных отраслях промышленности и в сфере обороны страны. Их стоимость составляет от 30 до 50 тыс. руб./ т.

Газ, в котором содержатся пары цинка, через решетку 14 и слой адсорбента 15 поступает в камеру 16. Организация этой дополнительной ступени очистки необходима для того, чтобы отделить от газа оставшиеся частицы шлака и обеспечить затем, после охлаждения газа ниже 900°C получение цинковой пыли достаточно высокой степени чистоты.

С этой целью в камере 16 осуществляется температурная конверсия определенной части метана, что позволяет снизить температуру газов до 1000°C, а также одновременно повысить калорийность газа и объемное соотношение  $H_2/CO$ , что позволит, в случае необходимости, использовать его как кондиционный синтез-газ.

Далее этот очищенный газ поступает в охладитель 17, где осуществляется понижение его температуры до 700 ÷ 800°C, и происходит конденсация паров цинка. Полученная цинковая пыль осаждается в рукавных фильтрах 18. Газ поступает в поршневую мини-ТЭЦ, часть электроэнергии которой используется внутри данной технологии, том числе для получения кислорода в мобильной кислородной станции, а также для подогрева капильника 8, что позволит существенно снизить энергоемкость технологии.

Таким образом, в этой замкнутой технологии получается четыре ликвидных продукта (таблица 2):

- первородная шихтовая заготовка;
- высокопористый шлак и алюмосиликатные микросферы;
- цинковая пыль, цена которой колеблется от 100 до 800 руб. за килограмм в зависимости от степени чистоты, или цинковые белила, минимальная стоимость которых составляет 130 руб. за килограмм;
- электроэнергия, том числе для производства собственного кислорода, вместо электроэнергии возможно получение кондиционного синтез-газа с последующим его превращением в экологически чистое моторное топливо (диметиловый эфир).

Таблица 2 – Экономическая эффективность процесса

Продукция	Производство в час	Производство в год	Цена единицы продукции, руб.	Доход в год, млн. руб.	Примечания
Шихтовая заготовка, т	6,77	50000	18000	900	
Пористый шлак, алюмосиликатные микросферы, т	5,17	37000	10000	370	
Цинковая пыль, т	0,198	1425	100000	142	
Электроэнергия, МВт·ч	5.4	38800	4000	155	Газопоршневая станция мощностью 4,3 МВт, стоимость 70 млн. руб.
<b>Итого, доход</b>				<b>1567</b>	
Кислород, м <sup>3</sup>	4075	-	-	На собственные нужды	Кислородная станция (с компрессором до P=150 атм) 24 млн. руб.
<b>Необходимые затраты, млн. руб</b>					
Газопоршневая и				95	

Продукция	Производство в час	Производство в год	Цена единицы продукции, руб.	Доход в год, млн. руб.	Примечания
кислородная станции					
Система газового анализа, датчики, КИП, компьютеры				100	
НИР И ОКР				60	
Изготовление нестандартного оборудования				75	
Капитальные затраты, строймонтаж и др.				200	
Необходимые инвестиции				<b>530</b>	Срок реализации 5÷2,0 года, окупаемости менее 0,5 года
Примечание:**) – в расчетах в таблице на рисунке 4 принята заведомо завышенная стоимость отходов, фактически она равна только стоимости погрузки и доставки.					

### Заключение

1. Показано, что в связи с особенностями конструкции и принципа действия струйно-эмульсионный процесс и агрегат СЭР позволяет эффективно перерабатывать пылевидные железосодержащие материалы, в том числе шламы газоочисток, в одну стадию (без агломерации).

2. Термодинамическими исследованиями обоснована возможность разделения шлама газоочистки ДСП на четыре ликвидных продукта, в том числе с отделением цинка.

3. Представлена структура конструктивных решений, позволяющих реализовать эту возможность в виде безотходной технологии.

4. Показана высокая экономическая эффективность и быстрая окупаемость этой технологии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Процесс СЭР – металлургический струйно-эмульсионный реактор : монография / В. П. Цымбал, С. П. Мочалов, И. А. Рыбенко [и др.]. – М. : Metallurgizdat, 2014. – 488 с.
2. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николас, И. Пригожин.. – М. : Мир, 1979. – 512 с.
3. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – М.: Мир, 1985.– 419с.
4. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой:пер. с англ. / И.Пригожин, И. Стенгерс : подобщ.ред. В.И.Аршинова, Ю.Л. Климонтовича, Ю.В. Сачкова.– М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
5. Курдюмов С.П. Синергетика – наука о самоорганизации / С.П.Курдюмов, Г.Г.Малинецкий. – М.: Знание, 1983. – 48с.
6. Basic Principles And Features Of Self-Organizing Jet-Emulsion Technology (SER) / V. Tsymbal, A. Olennikov, I. Rybenko, V. Kozhemyachenko, E. Protopopov, F. Kongoli // Sustainable Industrial Processing Summit & Exhibition SIPS 2016 Volume 1: D'Abreu Intl. Symp. / Iron and Steel Making. Volume 1. Montreal (Canada) : FLOGEN Star Outreach, 2016. – PP. 214 – 227.
7. Tsymbal V. P. Controlling the Composition of the Metal in the Direct Reduction of Dust-Sized / V. P. Tsymbal, S. P. Mochalov, K. M. Shakirov. Materials and Waste Products in a Jet-Emulsion Reactor. Springer Journals, 2015, Vol. 59, PP 119 – 125.
8. Накоряков В. Е. Волоновая динамика газо- и парожидкосткостных сред / В. Е. Накоряков, Б. Г.Покусаев, И. Р. Шрейбер. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 248 с.
9. Пат. 2371482 Россия С2. Способ прямого восстановления металлов с получением синтез газа и агрегат для его осуществления / В.П. Цымбал, С.П. Мочалов И.А. Рыбенко, Ю.В. Цымбал. Приоритет 03.12.2007 // Оpubл. 27.10.2009, Бюл. № 30.
10. Экологически замкнутая энерго-металлургическая технология переработки пылевидных железо-рудных и угольных отходов обогащения / В. П Цымбал., Е. В. Протопопов, И. А. Рыбенко.[и др.] // Сборник трудов XV международного конгресса сталеплавильщиков, Москва-Тула, 15-19 октября 2018 г. – Москва, 2018. – С. 506 – 511.
11. Анализ влияния добавки горячешметированного железа в завалке на технологические показатели плавки в электропечи / А. А. Коростелев, Г. И. Котельников, А. Е. Семин [и др.] // Черные металлы, 2017. - № 10. – С. 33 – 40.
12. Effect of Direct Reduced Iron Proportion in Metallic Charge on Technological Parameters of EAF Steelmaking Process / M. Abd Elkader, A. Fathy, M. Eissa, S. Shama // ISIJ International, 2016. - Vol. 5, - No. 2. PP. 2016 – 2024.

13. Люнген Х. Б. Современное состояние процессов прямого и жидкофазного восстановления железа / Х. Б. Люнген, К. Кноп, Р. Стеффен // Черные металлы, 2007. - № 2. – С. 13 – 25.

14. Meijer K., van der Stel J., Zeilstra C., Teerhuis C., Keilmann G. The Hlsarna ironmaking process // Proc. METECand 2<sup>nd</sup> ESTAD. Düsseldorf, 2015. Juni 2015. P. 15–19.

15. Климов В. Ю. Разработка и применение компьютерной инструментальной системы для термодинамических расчетов на базе программного комплекса "Астра" [текст] / В. Ю. Климов, И. А. Рыбенко, С. П. Мочалов // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2006. - № 4. – С. 55 – 64.

16. Рыбенко И. А. Инструментальная система «Инжиниринг-Металлургия» для широкого круга оптимизационных задач / И. А. Рыбенко // Металлургия: технологии, инновации, качество : тр. XX Междунар. науч.-практ. конф. : в 2 ч. / Мин-во образования и науки Российской Федерации, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под ред. Е. В. Протопопова. – Новокузнецк, 2017. – Ч. 2. – С. 75 – 82.

17. Рыбенко И. А. Инжиниринг-Металлургия / И. А. Рыбенко, А. А. Оленников // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017617445; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 04.07.2017.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОДУВКИ МЕТАЛЛА ИНЕРТНЫМ ГАЗОМ В СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ КОВШЕ

**Новоточинов А.П., Кочергин Н.В., Кожухов А.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
koshuhov@yandex.ru

***Аннотация.** В работе представлены результаты исследования моделирования гидродинамических эффектов в процессе продувки металла инертным газом в сталеразливочном ковше. В результате проведенных исследований было установлено, что в процессе продувки образуются устойчивые газовые потоки, приводящие к образованию в нижней части ковша устойчивых застойных зон и сделан вывод о том, что для повышения эффективности удаления неметаллических включений в процессе продувки необходим такой режим продувки, который обеспечит разрушение образующихся застойных зон.*

***Ключевые слова:** сталеразливочный ковш; продувка металла; застойные зоны.*

## MODELING OF HYDRODYNAMIC EFFECTS IN THE PROCESS OF METAL PURGING WITH AN INERT GAS IN A STEEL LADLE

**Novotochinov A.P., Kochergin N.V., Kozhukhov A.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
koshuhov@yandex.ru

***Annotation.** The paper presents the results of a study of modeling hydrodynamic effects in the process of purging metal with an inert gas in a steel ladle. As a result of the conducted studies, it was found that during the purge process, stable gas flows are formed, leading to the formation of stable stagnant areas in the lower part of the bucket, and it was concluded that to increase the efficiency of removing non-metallic inclusions during the purge process, a purge mode is necessary that will ensure the destruction of the formed stagnant areas.*

***Keywords:** steel ladle; metal purge; stagnant areas.*



В современных условиях развития сталеплавильного производства основная роль в получении качественных сталей отводится процессам внепечной обработки стали. Одной из ключевых операций внепечной обработки стали является ее продувка инертным газом через погружные фурмы или донные продувочные блоки в сталеразливочном ковше. При производстве сталей с повышенными требованиями к технологическим свойствам особое внимание уделяется содержанию в ней неметаллических включений (НВ), количество которых определяется окисленностью металла и степенью удаления продуктов раскисления в шлак в процессе продувки, эффективность которой определяется конструкцией и местом установки продувочного устройства, интенсивностью и длительностью обработки. Несмотря на большое количество исследований связанных с совершенствованием технологии продувки стали в сталеразливочном ковше, актуальность исследований в этом направлении остаются достаточно острой. Особенно актуальны исследования направленные на изучение эффективности удаления НВ в процессе продувки. Так как, исследование гидродинамических процессов в реальных условиях невозможно, исследователи прибегают к методам физического и математического моделирования.

В настоящее время, при производстве сталей с повышенными требованиями к технологическим свойствам особое внимание уделяется содержанию в ней неметаллических включений (НВ), количество которых определяется окисленностью металла и степенью удаления продуктов раскисления в шлак в процессе продувки, эффективность которой определяется конструкцией и местом установки продувочного устройства, интенсивностью и длительностью обработки.

Образование неметаллических включений, происходящее в ходе внепечной обработки и непрерывной разливки стали, непосредственно связано с поведением кислорода, находящегося в металле, шлаке и футеровке сталеразливочного и промежуточного ковшей, а также с эмульгированием частиц шлака при принудительном перемешивании и технологических переливах металла [1,2]. Удаление неметаллических частиц из стали при продувке инертными газами происходит благодаря их прикреплению к пузырьку на границе металл–газ [3]. По данным [4] время, необходимое для перехода неметаллических включений через межфазную границу металл – газ, может оцениваться как  $10^{-4}$  –  $10^{-6}$  с. Это свидетельствует о том, что практически любое столкновение неметаллической частицы с пузырьком газа независимо от ее химического состава и гидродинамических условий должно приводить к прикреплению неметаллической фазы к пузырю. Тем не менее, на практике столь значительного снижения содержания неметаллических включений при обычных режимах продувки не достигается, что следует рассматривать как подтверждение того факта, что далеко не все столкновения пузырьков с включениями приводят к их сцеплению. Кроме

того, некоторая часть неметаллических включений затягивается в металлическую ванну в области бурления и выхода пузырьков из металла в шлак.

Анализ научно-технической литературы показал, что вопросам изучения гидродинамики продувки стали в сталеразливочных ковшах посвящено достаточно большое количество работ. Однако вопрос обеспечения эффективного удаления неметаллических включений в процессе продувки до сих пор не решен. В связи с этим, требуется всестороннее изучение явлений, протекающих в процессе продувки стали в сталеразливочном ковше. Отсутствие возможности изучения гидродинамических процессов в реальных условиях, требует от исследователей прибегать к методам физического и математического моделирования.

Важность данных исследований продиктована необходимостью получения сталей чистых по неметаллическим включениям. Данные исследования помогут в полной мере понять физику выхода неметаллических включений из стали при помощи инертного газа, тем самым, поможет выбрать более точечный режим продувки при внепечной обработке стали.

Отсутствие возможности изучения гидродинамических процессов в реальных условиях, требует от исследователей прибегать к методам физического и математического моделирования.

В данной работе для исследования гидродинамических эффектов в процессе продувки был применен метод физического моделирования. Одним из условий выполнения эксперимента на физической модели является соблюдение в первую очередь критериев масштабности и пропорциональности. Для выполнения физического моделирования использовали исследовательскую установку INFUS, которая оборудована сменными донными соплами (пробками) диаметром 20 мм с различным количеством и диаметром выходных отверстий, а также погружной фурмой. В качестве модельных сред использовались вода (металл) и трансформаторное масло (шлак). Исследование проводилось на холодной модели с соблюдением идентичности критериев Архимеда, Лапласа, Фруда и симплексов  $\rho/\rho_{ш}$ ,  $\sigma/\sigma_{ш}$ ,  $h/h_{ш}$  ( $\rho$ ,  $\sigma$ ,  $\rho_{ш}$ ,  $\sigma_{ш}$  – плотность, поверхностное натяжение металла и шлака соответственно;  $h$  и  $h_{ш}$  - высота металла и шлака в ковше).

Для определения расхода продувочного газа (воздуха) на модели воспользовались модифицированным критерием Фруда:

$$Fr^* = \frac{Q^2 \cdot \rho_{ap}}{g \cdot \rho_{cm} \cdot d_n^5} \quad (1)$$

где  $Q$  – расход газа, м<sup>3</sup>/с;  $\rho_{\text{аргона}}$  – плотность аргона, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{стали}}$  – плотность стали, кг/м<sup>3</sup>;  $d$  – условный диаметр, м.

Результаты расчета представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчета расхода продувочного газа в соответствии с модифицированным критерием Фруда.

Параметр	Образец	Модель
Критерий Фруда	1,8-44,4	1,8-44,4
Расход газа, м <sup>3</sup> /с	$1,4 \cdot 10^{-3} \div 7,2 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-6} \div 3,5 \cdot 10^{-6}$

Полученные значения расхода удовлетворяют характеристикам используемой модели и не вызывают интенсивного циркулирующего движения жидкости.

Для определения высоты слоя воды на модели воспользовались критерием Лапласа:

$$La = \frac{\sigma_{\text{жс}}}{\rho_{\text{жс}} \cdot l^2 \cdot g} \quad (2)$$

где  $\sigma_{\text{жс}}$  – поверхностное натяжение жидкости, Н/м;  $\rho_{\text{жс}}$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $l$  – высота слоя, м.

Из условия равенства критерия Лапласа на установке и модели  $La_y = La_m$  высота слоя воды составила 0,546 м.

Основной задачей эксперимента была оценка гидродинамических эффектов, образующихся в процессе продувки стали. В связи с этим, требовалось подобрать материал, позволяющий оценить их. В ходе выполнения исследований для изучения гидродинамических эффектов использовали гидроксид калия (КОН).

В результате проведенных исследований было установлено, что в процессе продувки образуются устойчивые газовые потоки, приводящие к образованию в нижней части ковша устойчивых застойных зон. На основании полученных данных, можно сказать, что для повышения эффективности удаления включений в процессе продувки необходимо обеспечить такой режим продувки, который обеспечит разрушение образующихся застойных зон.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Явойский В.И., Рубенчик Ю.И., Окенко А.П. Неметаллические включения и свойства стали. - М.: Металлургия. 1980. – 176 с.
2. Губенко С.И., Парусов В.В., Деревянченко И.В. Неметаллические включения в стали. - Днепрпетровск: АРТ-ПРЕСС, 2005. - 536 с.

3. Попель С.И. Поверхностные явления в расплавах. – М.: Metallurgiya, 1994. - 440 с.

4. Tassot P., Reichert N. Ways of Improving Steel Quality in the Tundish // Revue de Metallurgie. – 107. – 2010. - pp.175-185

## РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПУТЕМ ИХ ПЕРЕПЛАВА В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ

**Кожухов А.А., Кожухова В.И.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
koshuhov@yandex.ru*

***Аннотация.** В статье представлены результаты исследования возможности рециклинга отходов производства прямого восстановления железа путем их переплава в дуговых сталеплавильных печах. В работе осуществлена оценка влияния количества брикетов из отходов процесса прямого восстановления железа на технико-экономические показатели процесса путем сопоставления материального и энергетического балансов. Несмотря на то, что происходит увеличение количества образующегося шлага и незначительное повышение расхода электроэнергии, отмечено, что использование данных брикетов позволит сократить длительность плавки, тем самым снизить удельный расход электроэнергии. Сделан вывод о том, что использование брикетов из отходов производства прямого восстановления железа является перспективным, однако следует провести дополнительные исследования по оценке эффективности их использования.*

**Ключевые слова:** ДСП; рециклинг; отходы; железо прямого восстановления.

## RECYCLING OF DIRECT REDUCTION IRON PRODUCTION WASTE BY REMELTING IT IN ELECTRIC ARC FURNACES

**Kozhukhov A.A., Kozhukhova V.I.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
koshuhov@yandex.ru*

***Annotation.** The article presents the results of a study of the possibility of recycling waste from the production of direct reduction of iron by remelting it in electric arc furnaces. The paper evaluates the influence of the amount of briquettes from the waste of the direct reduction of iron on the technical and economic indicators of the process by comparing the material and energy*

*balances. Despite the fact that there is an increase in the amount of slag formed and a slight increase in electricity consumption, it is noted that the use of these briquettes will reduce the duration of melting, thereby reducing the specific energy consumption. It is concluded that the use of briquettes from waste products of direct reduction of iron is promising, but additional studies should be conducted to assess the effectiveness of their use.*

**Keywords:** EAF; recycling; waste; direct reduction iron.

В настоящее время достаточно серьезно стоит вопрос рециклинга металлургических отходов, которые образуются в процессе производства различных металлов и сплавов. Сегодня большинство исследований проводимых в данном направлении направленно на разработки технологий, обеспечивающих повторную переработку образующихся отходов непосредственно в основных металлургических агрегатах. Большинство исследований, как показал анализ научно-технической литературы ведутся в направлении утилизации пылей и шламов, которые образуются при электросталеплавильном, доменном и конвертерном производстве [1,2,3]. В тоже время, в научно-технической литературе практически отсутствуют данные о проводимых исследованиях в области рециклинга отходов, которые образуются при производстве железа прямого восстановления. Данный вид техногенных отходов обладает рядом преимуществ перед отходами, образующимися при производстве металлов и сплавов, а именно, высокое содержание железа и очень низкое содержание или полное отсутствие цветных металлов (Zn, Pb и др.). На основании этих данных можно сказать, что, приведя данный вид отходов в компактное состояние появляется возможность их рециклинга в сталеплавильных агрегатах в качестве части металлошихты.

Все это говорит об актуальности и необходимости проведения исследований, направленных на разработку технологии рециклинга отходов, образующихся при производстве железа прямого восстановления в сталеплавильных агрегатах.

Как было сказано выше, для обеспечения эффективного рециклинга данного вида отходов этих отходов, сначала их надо привести в компактное состояние. Как показал анализ научно-технической литературы и патентный поиск, что сегодня существует два наиболее эффективных способа приведения отходов в компактное состояние: окомкование и брикетирование. Однако наиболее эффективным способом приведения отходов прямого восстановления железа в компактное состояние является холодное брикетирование. Использование данного способа позволяет получать брикеты [4], обладающие достаточной механической прочностью и содержащие важные для протекания процесса выплавки стали материалы, как кокс, известь и т.д.

Анализ мирового рынка производства стали показывает, что наиболее перспективной в настоящее время является технология производства сталей в дуговых сталеплавильных печах, таким образом, наиболее целесообразным будет проводить исследования по разработке технологии рециклинга данных видов отходов именно в дуговых сталеплавильных печах. Одной из наиболее перспективных технологий в данных сталеплавильных агрегатах является технология, где основную долю металлошихты составляют металлизированные окатыши и горячебрикетированное железо. Использование данного вида материалов в качестве металлошихты увеличивает энергоемкость процесса выплавки в сравнении с процессом, где 100% металлошихты составляет стальной лом. Таким образом, весьма актуальным стоит вопрос повышения энергетической эффективности процесса выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах, где в качестве металлошихты используются металлизированные окатыши и горячебрикетированное железо.

Рассмотрим перспективы и эффективность использования брикетов на основе отходов прямого восстановления железа при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах, с точки зрения повышения технико-экономических показателей процесса. Согласно данным [5], брикеты, полученные из отходов процесса прямого восстановления железа загружают на подину печи послойно вместе со стальным ломом.

Для оценки влияния количества загружаемых брикетов, на процесс выплавки стали с использованием разработанной сотрудниками НИТУ «МИСиС» программы STM был выполнен расчет состава металла, шлака и газовой фазы при загрузке различного количества брикетов. На основании полученных данных был составлен энергетический баланс плавки. Результаты расчетов 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

<b>Статьи расхода</b>	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

<b>Статьи прихода</b>	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 <sub>2</sub>	1,86	1,766	1,67	1,58	1,487
5. Mn - MnO	0,88	0,837	0,793	0,75	0,7
6. С - CO	34,16	34,33	34,5	34,676	34,85
7. С - CO <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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
<b>Статьи расхода</b>	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 <sub>2</sub> O <sub>охл</sub>	39,54	39,54	39,54	39,54	39,54
4. Тепло, уносимое Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	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 таблиц 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.: СПГГИ (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.

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ  
ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОВАЛЬНОГО РАСКАТА С ЛОКАЛЬНЫМИ  
ЗОНАМИ ПОНИЖЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ**

**Горожанкин А.С.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
aleksey\_gorzhankin@mail.ru*

***Аннотация.** Представлены результаты физического моделирования процесса прокатки овальных раскатов с локальными зонами пониженной пластичности на пластилиновых моделях. Выполнен выбор параметров моделирования и разработана конструкция моделей. Установлено что созданная неравномерное температурное поле по сечению раската непосредственно перед прокаткой в круглом калибре можно в значительной мере управлять его формоизменением, т.е. фактор локального снижения пластичности металла может служить дополнительным инструментом для повышения вытяжной способности.*

**Ключевые слова:** раскат овальной формы; локальные зоны; пластичность; планируемый эксперимент; обжатие; вытяжная способность; статистическая оценка; течение металла.

**SELECTION OF PARAMETERS OF A PHYSICAL MODEL FOR STUDY  
PROCESSES OF OVAL ROLLING DEFORMATION WITH LOCAL ZONES OF  
REDUCED PLASTICITY**

**Gorzhankin A.S.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
aleksey\_gorzhankin@mail.ru*

***Annotation.** The results of physical modeling of the process of rolling oval rolls with local zones of reduced plasticity on plasticine models are presented. The selection of the modeling parameters was performed and the design of the models was developed. It has been established that the created uneven temperature field over the cross section of the roll immediately before rolling in*

*a round caliber can be largely controlled by its shape change, i.e. the factor of a local decrease in the ductility of the metal can serve as an additional tool for increasing the elongation capacity.*

**Keywords:** oval roll; local zones; plasticity; planned experiment; compression; elongation; statistical evaluation; metal flow.

Изменение температуры металла вызывает изменение его физических свойств, в частности плоскости ( $\delta$  или  $\psi$ ), которые хорошо коррелируют со склонностью металла течь в поперечном направлении.

Для изучения процессов деформирования металла с неравномерными температурными полями, хорошо зарекомендовали себя физические модели из пластилина[1-4]. Кроме того, в работе [5] была выявлена зависимость склонности физических моделей из пластилина уширению в зависимости от цвета. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Уширение стали и пластилина при прокатке

Материал	Обжатие, мм					
	3,9			8		
	среднее уширение, мм	среднеквадратичное отклонение, мм	показатель уширения	среднее уширение, мм	среднеквадратичное отклонение, мм	показатель уширения
Сталь	1,21	0,1	0,32	3,26	0,16	0,41
Пластилин						
- желтый	3,1	0,32	0,8	5	0,3	0,62
- коричневый	2,2	0,31	0,6	4,1	0,34	0,51
- серый	2,5	0,3	0,6	4,3	0,28	0,54
- синий	2,7	0,35	0,7	4,5	0,38	0,56
- красный	2,2	0,24	0,6	4	0,22	0,5
- светло-коричневый	2,9	0,4	0,7	4,7	0,4	0,6
- зеленый	2,3	0,29	0,6	4	0,3	0,5

Кроме того, учитывая тот факт, что пластилин является смесью совокупности веществ с основным компонентом в виде каолиновой глины или мела. Возможно искусственное создание такой комбинации веществ, которая позволит получить требуемый показатель  $\frac{\Delta b}{\Delta h}$ .

Изготовление исходной пластилиновой массы с заданными показателями на паровой бане материал с базовым составом и добавлением в расплавленную массу индустриального масла И40 и мела. После расплавки масса разливалась в формы, где происходило затвердевание в течении 24 часов. В дальнейшем из полученной заготовки изготавливались прямоугольные образцы при помощи которых определялся показатель уширение получаемого материала по сравнению с базовым составом пластилина.

В результате проведенных исследований, удалось подобрать состав смеси позволяющих варьировать соотношение между показателями уширения по сравнению с базовой смесью в пределах 1 до 2. Исследование мела как наполнителя оказалось оправданным, по-скольку он делает приготовленную смесь более светлой, а добавление в состав индустриального масла позволяли делать ее более пластичной.

Как известно, на параметры форматирования оказывает влияние большое количество факторов, среди которых абсолютное  $\Delta h$  и относительное  $\varepsilon$  обжатие, диаметр валков ( $D$ ), параметры очага деформации ( $\frac{l_d}{h_c}; \frac{b}{h_c}$ ), коэффициент трения ( $f_y$ ) и др. [6-9]. В связи с этим для выделения влияния на вытяжную способность параметров подстуженных участков предчистового овала, начальные размеры образцов и деформационные параметры были постоянными в течение всего эксперимента. В качестве независимых переменных, варьируемых в ходе эксперимента, были выбраны: соотношение коэффициентов уширения подстуженных участков  $K_{\text{под}}$  к коэффициенту уширения тела раската  $K_T \left( \frac{K_{\text{под}}}{K_T} \right)$ ; величина подстуженных участков  $\left( \frac{F_n}{F_{\text{ов}}} \right)$ , как отношение площади подстуженных участков и всей площади поперечного овала.

При планировании эксперимента учитывают, что неизвестная функция аппроксимируется полиномом той или иной степени. В дальнейшем, если это необходимо из условий адекватности модели, степень полинома увеличивают. Точность и надежность оценок коэффициентов регрессии, полученных при статическом анализе результатов, зависят от свойств применяемого плана эксперимента, поэтому правильный выбор плана имеет большое значение. В соответствии с рекомендациями [10] для реализации эксперимента был выбран рототабельный план Бокса второго порядка, являющийся наиболее оптимальным при количестве факторов, равным двум. Данный план предусматривает варьирование каждого фактора на трех уровнях. На основе теоретического исследования температурного состояния

раската были определены значения интервалов и уровней варьирования факторов, приведенных в табл. 2. Матрица планирования второго порядка, исследования при подготовке и проведении эксперимента приведена в табл. 3.

Моделирование подстуженных участков осуществляется изготовлением продольных вставок из базового состава пластилина в тело физической модели, изготовленного из подобранной смеси. В качестве основного условия подобия выбрано равенство в модели и натуре соотношения:

$$\left(\frac{K_{\text{под}}}{K_T}\right) = \text{const}; \quad (1)$$

Таблица 2 – значение интервалов и уровней варьирования факторов при определении влияния на формирования неравномерного температурного поля

Уровни факторов	Обозначения	$\left(\frac{K_{\text{под}}}{K_T}\right)$	$\left(\frac{F_n}{F_{\text{ов}}}\right)$
		X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
Интервал варьирования	$\Delta X_i$	1,0	0,09
Основной (нулевой)	0	1,5	0,25
Верхний	+	1,85	0,34
Нижний	-	1,15	0,16
Звездные точки	-1,414	1,0	0,12
	+1,414	2,0	0,38

Таблица 3 – матрица планирования второго порядка

№ точки плана	Степень подстуживания	Величина подстуживания
	$\left(\frac{K_{\text{под}}}{K_T}\right)$	участков $\left(\frac{F_n}{F_{\text{ов}}}\right)$
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>
1	+	+
2	-	+
3	+	-
4	-	-
5	-1,414	0

6	+1,414	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0	0
11	0	0
12	0	0

Подготовка подкатов для изготовления физических моделей осуществлялось путем прокатки пластилиновых квадратов сечением 10x14 мм в валках лабораторного стана 100 показанного на рис. 1.

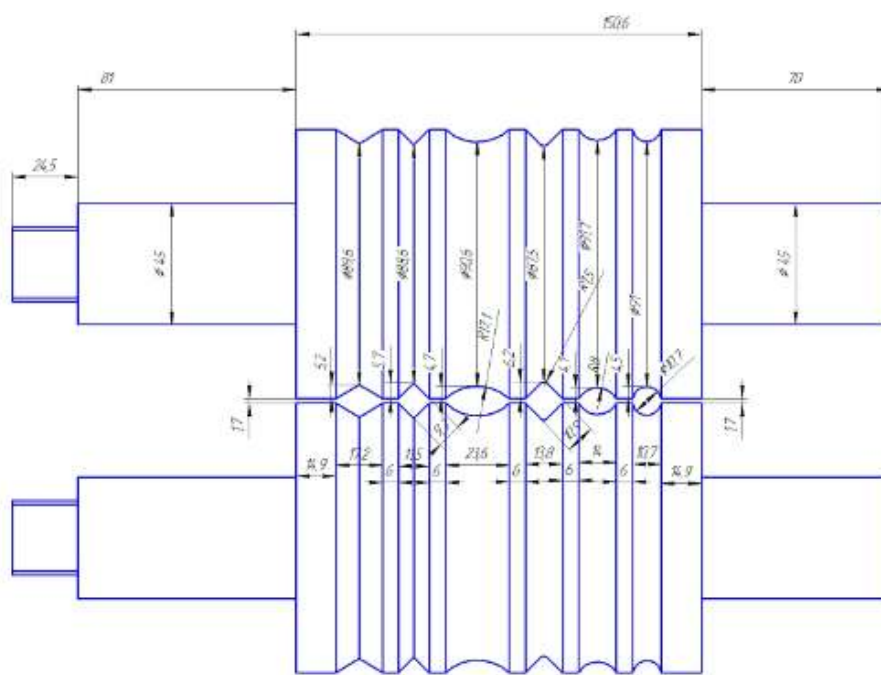


Рис. 1 – Чертеж валков лабораторного стана 100

Из полученных раскатов вырезали заготовки длиной 150 мм. Затем вдоль продольной оси заготовок формировались канавки требуемого сечения показано на рис. 2.

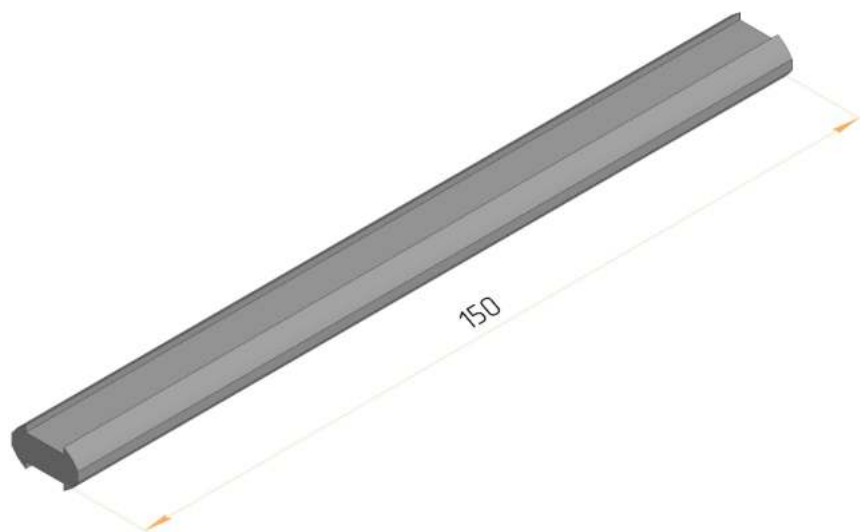
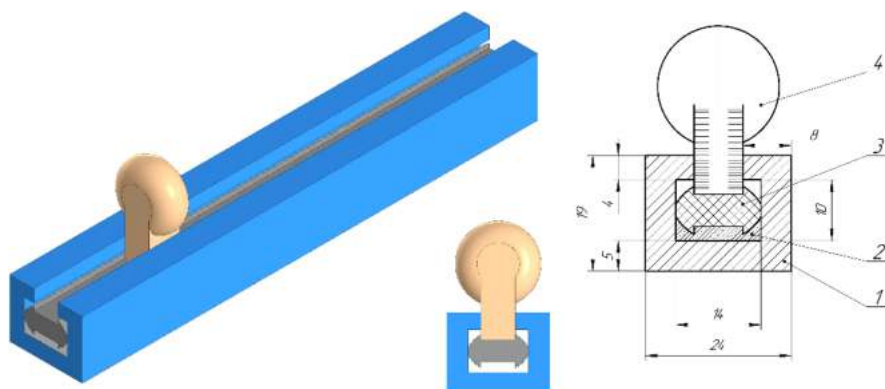


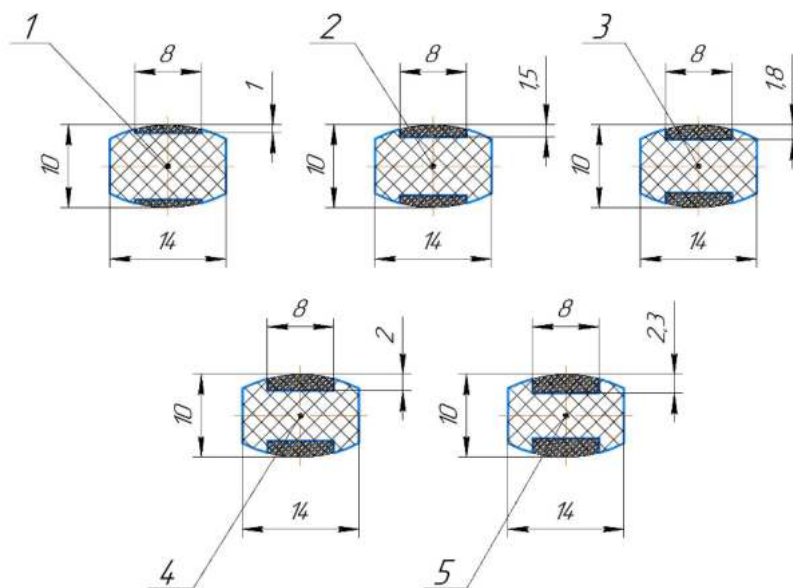
Рис. 2 – Заготовка для образца по моделированию неравномерного температурного поля

Для исключения смятия заготовок в тисках и нарушения первоначальных размеров их помещали в специальную матрицу. Схема подготовки образцов представлена на рис. 3. Ширина и глубина канавок, служащих ложем для вставок из пластилина базового состава, варьировались таким образом, чтобы площадь вставок обеспечивала требуемое значение параметра  $\left(\frac{F_n}{F_{об}}\right)$  показано на рис. 4.



1- корпус, 2- насыпной материал, 3-заготовка, 4- скребок с делением 0,5 мм

Рис. 3 – Схема подготовки заготовки для образцов неравномерного температурного поле в раскате



Позиция	1	2	3	4	5
Параметр	$\left(\frac{F_n}{F_{OB}}\right)$	$\left(\frac{F_n}{F_{OB}}\right)$	$\left(\frac{F_n}{F_{OB}}\right)$	$\left(\frac{F_n}{F_{OB}}\right)$	$\left(\frac{F_n}{F_{OB}}\right)$
Значение	0,10	0,20	0,27	0,30	0,37

Рис. 4 – Поперечное сечение образцов с различными значениями параметра  $\left(\frac{F_n}{F_{OB}}\right)$

При моделировании подстуженных участков было сделано допущение, что температура в пределах этих участков постоянная и равна среднемассовой. Во время небольшой паузы между подстуживанием и задачей в валки клетки за счет большего значения коэффициента теплопроводности у меди подстуживание участки разогрева внутренним теплом и в определённый момент времени она практически постоянная по глубине участков и равна среднемассовой. После сборки образцы выдерживались под небольшой нагрузкой в течение 72 часов при температуре 20 °С для обеспечения диффузионных процессов в местах склейки. Количество образцов изготавливалось с учетом трехкратного превышения точек плана эксперимента. Полученные образцы осматривались, после чего производился калибрующий припуск в предчистовом калибре для обеспечения постоянства размеров по ширине. Калиброванные образцы отрезной фрезой торцевались на длину 150 мм. На каждом образце по его длине наносили по пять равноудалённых поперечных меток, по которым до и после прокатки производились замеры.

Образцы прокатывались в чистовом круглом калибре (см. рис. 1). При этом порядок прокатки был рандомизирован при помощи ряда случайных чисел. Перед каждым пропуском валки обезжиривались ацетоном, а на образцы наносили тонкий слой талька.

Образцы прокатывались на одном комплекте валков, с одинаковым абсолютным и относительным обжатием, скорость прокатки была постоянная и составляла 0,16 м/с. После



прокатки для определения степени вытяжки по нанесенным ранее меткам, результаты обмеров каждого образца усреднялись.

Результаты замеров образцов, прокатанных в соответствии с каждой точкой плана эксперимента были использованы для определения откликов воздействия параметров температурного поля – коэффициента вытяжки  $\mu$ .

Результаты обработки экспериментальных данных приведены в табл. 4. Как указывалось, выше, для каждой точки плана эксперимента изготавливались три образца. Данные таб. 4 были использованы для построения математической модели в виде уравнений связи параметров формоизменения и неравномерного температурного поля металла.

После регрессионного анализа данных, проведенного с использованием стандартной программы были определены значения коэффициентов при членах аппроксимирующих полиномов.

$$\mu = 0,984 + 0,191 \left( \frac{K_{\text{под}}}{K_T} \right) + 0,5 \left( \frac{F_n}{F_{\text{ов}}} \right) - 0,037 \left( \frac{K_{\text{под}}}{K_T} \right)^2 - 0,0837 \left( \frac{F_n}{F_{\text{ов}}} \right)^2, \quad (2)$$

$$R = 0,988.$$

Значения коэффициентов множественной регрессии свидетельствует о достоверности представления экспериментальных данных. Проверка с помощью критериев Кохрена и Фишера подтвердила воспроизводимость опытов и адекватность моделей, полученных после отсеивания неизвестных членов по критерию Стьюдента. [11]

На рис. 5 и 6 показаны графические зависимости коэффициентов вытяжки  $\mu$  от параметров неравномерного температурного поля  $\frac{K_{\text{под}}}{K_T}$  и  $\frac{F_n}{F_{\text{ов}}}$ . [12]

Таблица 4 – План-матрица эксперимента по исследованию влияния неравномерного температурного поля формоизменение металла

№ точки плана	Фактор и величина		Параметр
	Степень подстуживания $\frac{K_{\text{под}}}{K_T}$	Величина подстуженных участков $\frac{F_n}{F_{\text{ов}}}$	Коэффициент вытяжки $\mu$
1	1,85	0,34	1,29
2	1,15	0,34	1,23
3	1,85	0,16	1,27
4	1,15	0,16	1,22
5	1	0,25	1,21
6	2	0,25	1,3
7	1,5	0,12	1,24
8	1,5	0,38	1,26
9	1,5	0,25	1,26
10	1,5	0,25	1,27
11	1,5	0,25	1,26
12	1,5	0,25	1,27
13	1,5	0,25	1,26

Анализ данных свидетельствует, что при прокатке образцов с подстуженными участками коэффициент  $\mu$  выше, чем при их прокатке с равномерным распределением температуры по сечению. При этом с увеличением степени подстуживания  $\frac{K_{\text{под}}}{K_T}$  и величины подстуженных участков  $\frac{F_n}{F_{\text{ов}}}$  параметр возрастает. Однако, влияние указанных факторов неодинаково. В значительно большей мере на показатель формоизменения влияет степень подстуживания  $\frac{K_{\text{под}}}{K_T}$  так, при изменении  $\frac{K_{\text{под}}}{K_T}$  в диапазоне 1,1÷2,0 вытяжная способность калибра увеличивается от 5 до 30 %. В тоже время при изменении  $\frac{F_n}{F_{\text{ов}}}$  в диапазоне 0,16÷0,34 вытяжная способность калибра увеличивается лишь на 14%.

Большую вытяжную способность чистового калибра при прокатке образцов с подстуженными участками логично объяснить следующим образом. Подстуженные участки сечения раската обладают более низкой пластичностью, следовательно, и большим

сопротивлением деформации. Расположение их на участках поверхности, прилегающих к малой полуоси сечения раската обеспечивает в очаге деформации создание зон затруднённого в поперечном направлении течения металла.

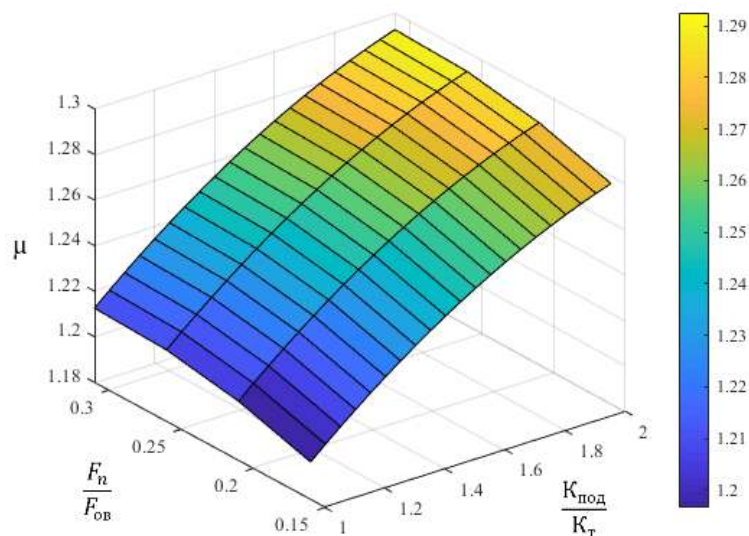


Рис. 5 – Зависимость коэффициента  $\mu$  от степени подстуживания  $\frac{K_{\text{под}}}{K_T}$  локальных участков предчистового овала

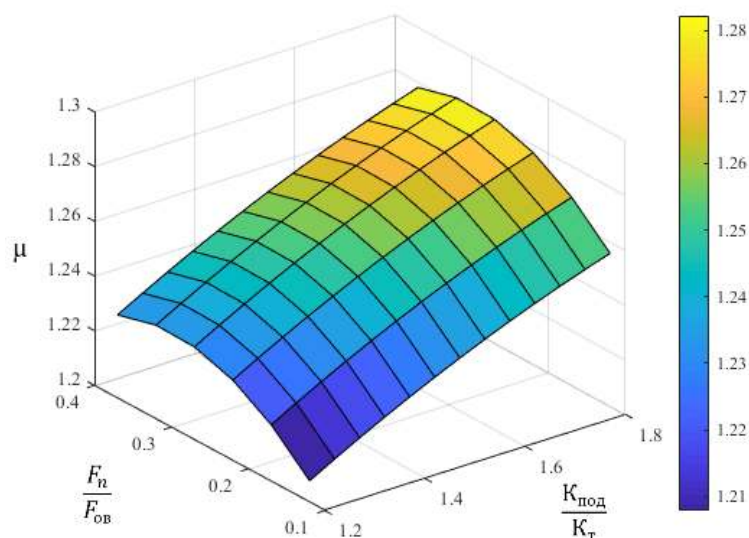


Рис.6 – Зависимость коэффициента вытяжки  $\mu$  от величины локальных подстуженных  $\frac{F_n}{F_{\text{ов}}}$  предчистового овала

Наличие зон затрудненной деформации изменяет соотношение смещенных объемов, соответствующих равномерному распределению сопротивления деформации по сечению, ограничивая уширение, увеличивая коэффициент  $\mu$ . При этом уместна аналогичная с прокаткой в четырехвалковом калибре, когда течение металла в уширении ограничено

дополнительной парой валков. В нашем случае, течение металла в поперечном направлении сдерживается подстуженными участками по ширине, превышающими межвалковый зазор и обладающим большим сопротивлением деформации, чем центральные, более мягкие слои.

Таким образом, установлено что созданная неравномерное температурное поле по сечению раската непосредственно перед прокаткой в круглом калибре можно в значительной мере управлять его формоизменением, т.е. фактор локального снижения пластичности металла может служить дополнительным инструментом для повышения вытяжной способности.

### СПИСОКЛИТЕРАТУРЫ

1. Wong S.F., Hodgsonb P.D., Chongc C.-J., Thomson P.F. Physical modelling application to metalworking, especially to hot rolling / S.F. Wong S.F., P.D. Hodgsonb, C.-J. Chongc, P.F.Thomson //Journal of Materials Processing Technology 62 (1996) 260-274.

2. Chyeiwa V. Experimental method of stress simulation of rolling and continuously cast slab by plastiline / V. Chyeiwa, V. Hatamura // Tetsu-to-Hagane, 1980. - 1103. - t.21. - P. 502-511.

3. А.с. №868451 СССР, МКИЗ G 01 N 3/28 Способ моделирования горячего пластического формоизменения металлов и сплавов / В. В. Лашин, В. К. Воронцов, А. В. Бринза (СССР) - N 2870405/25-28; Заявлено 10.01.80; опубл. 30.09.1981, Бюл. №36.

4. Минаев А. А. О моделировании пластического формоизменения раскатов с неравномерным распределением температуры по сечению на пластилиновых моделях / А. А. Минаев, Е. Н. Смирнов, В. А. Белевитин // Известия вузов. Черная металлургия. - 1992. - № 4. - С. 57-60.

5. Куренков И.Ж. Моделирование процесса прокатки стали на пластилиновых моделях / И.Ж. Куренков И.Ж., Ю.В.Полторапавло // Известия вузов. Черная металлургия. - 1987. - № 11. - С. 61-64.

6. Исследование полей деформации при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению/ А. А. Минаев, В. А. Белевитин, Е. Н. Смирнов[и др.]// Известия вузов. Чёрная металлургия. - 1992. - №6. - С. 20-24.

7. 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.

8. Смирнов Е. Н. Неравномерность распределения скоростей течения металла при прокатке овальных заготовок с неравномерным распределением температуры по сечению / Е. Н. Смирнов // Наук. пр. Донец. держ. техн. ун-ту. Сер.,Металургія. - Донецьк: ДонНТУ, 1999. -Вип. 8. - С. 121-126.

9. 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.

10. Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. Методы планирование эксперимента и обработки данных: учеб. пособие / Макаричев Ю.А., Иванников Ю.Н. – Самара: Самар.гос. техн. ун-т, 2016. – 131 с..

11. В. Е. Гмурман. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов. - 10-е изд., стер. М. : Высшая школа, 2005. - 404с.

12. И. П. Гайдышев. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++. -СПб. : БХВ-Петербург, 2004 . – 512 с.

## РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ МЕДИ ОГНЕВОГО РАФИНИРОВАНИЯ

**Горожанкин А.С., Смирнов Е.Н., Скляр В.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*en\_smirnov@i.ua*

***Аннотация.** Представлены теоретические и технологические предпосылки на основе которых разработан новый способ деформирования непрерывнолитой заготовки из меди огневого рафинирования. Управление характером формоизменения в калибре предложено осуществлять за счет создания в поперечном сечении раската (в районе малой оси симметрии) локальных областей металла с пониженной пластичностью за счет дифференцированного подстуживания раската параллельно указанной оси. При дальнейшем деформировании такого раската будет происходить с меньшей величиной уширения.*

**Ключевые слова:** раскат овальной формы; локальные зоны; пластичность; обжатие; восстановительная способность; подстуживание; течение металла; эмульсия.

## DEVELOPMENT OF A NEW METHOD FOR DEFORMING A CONTINUOUS CAST BILLET OF FIRED REFINING COPPER

**Gorozhankin A.S., Smirnov E.N., Sklyar V.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*en\_smirnov@i.ua*

***Annotation.** Theoretical and technological prerequisites are presented on the basis of which a new method of deformation of a continuously cast billet made of copper by fire refining has been developed. It is proposed to control the nature of the shape change in the caliber by creating local metal regions with reduced plasticity in the cross-section of the roll (in the region of the minor axis of symmetry) due to differentiated cooling of the roll parallel to the specified axis. With further deformation of such a roll will occur with a smaller amount of broadening.*

**Keywords:** rolling of an oval shape; local zones; plasticity; compression; reducing ability; chilling; metal flow; emulsion.

Выявленные особенности свойств меди огневого рафинирования в температурном интервале  $800\div 850$  °С, уменьшение пластических свойств почти в два раза [1], позволили высказать предположение о возможности управления характером течения металла при прокатке раскатов в калибрах. С физической точки зрения механизм такого управления лежит в плоскости взаимосвязи величины уширения металла и его пластичности [2].

В соответствии с современными представлениями теории прокатки [3], в любой точке по вертикальному сечению раската высотная деформация связана условием постоянства объема с продольной и поперечной деформациями. Если принять, что вытяжка всех слоев полосы одинакова, то можно далее утверждать, что распределение высотной деформации должно соответствовать распределению поперечной деформации (уширения). Следовательно, изменяя закон распределения деформации по высоте раската можно управлять формой ее боковых граней за счет изменения величины уширения.

Имеется несколько причин неравномерного распределения обжатия по высоте полосы. Важнейшей следует считать действие сил трения. В продольном направлении в основном силы трения затрудняют перемещение деформируемого металла относительно поверхности валков, а в поперечном их действие объединяется с ограничивающим действием образующих ручей боковых поверхностей. При этом их влияние (в первую очередь сил трения) ослабевает по мере удаления от поверхности контакта по дну ручья. Вследствие этого в очаге деформации образуются зоны затрудненной деформации (см. рис 1). Величина обжатия в этих зонах меньше, чем в других точках объема полосы. Если в этих частях раската, примыкающих к этим зонам, возникнут дополнительные препятствующие факторы, которые будут уменьшать величину обжатия, то это создаст предпосылки для управления величиной поперечной деформации.

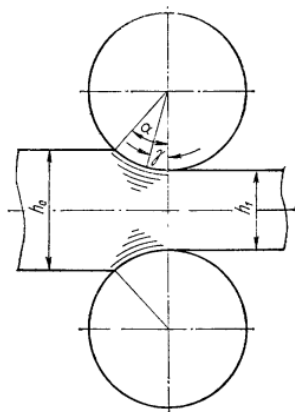
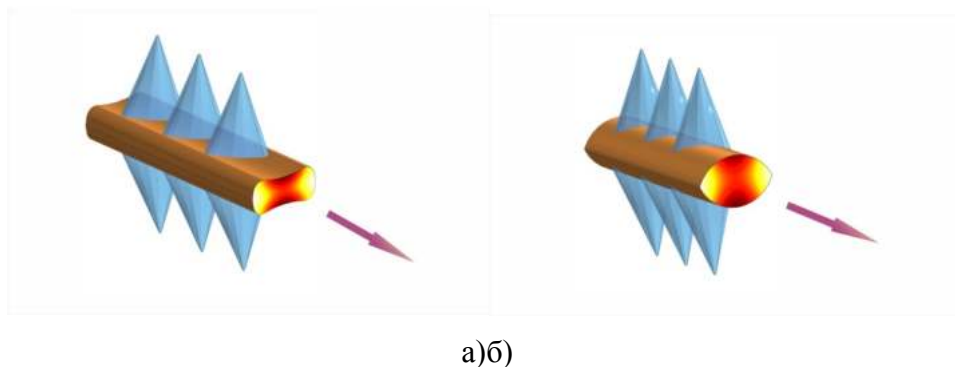


Рис. 1 – Зоны затрудненной деформации (показаны дуговой штриховкой)

К таким факторам в полной мере можно отнести создание в поперечном сечении раската (в районе малой оси симметрии) локальных областей металла с пониженной пластичностью за счет дифференцированного подстуживания раската параллельно указанной оси (см. рис. 2). При дальнейшем деформировании такого раската будет происходить с меньшей величиной уширения.

Однако механизм влияния созданных локальных зон пониженной пластичности, обусловленных неравномерным температурным полем, на формоизменение металла очень сложен и недостаточно изучен. Имеющиеся в литературе данные также носят весьма противоречивый характер, особенно в части количественной оценке влияния наличия локальных зон пониженной пластичности на параметры формоизменения при прокатке в калибрах цветных металлов. Имеющиеся в литературе данные по совмещению закалки с горячим деформированием меди и сплавов на ее основе, в основном посвящены оценке влияния такого совмещения на уровень служебных свойств [4].



а – сечение раската плоский овал; б – сечение раската однорадиусный овал

Рис. 2 – Схема создания локальных зон пониженной пластичности

Преимущества такого способа деформирования находятся в прямой зависимости как с технологическими факторами, так и с качеством готовой медной катанки:

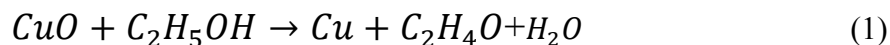
- за счет повышения вытяжной способности в калибрах деформирующих раскат с локальными зонами пониженной пластичности, возможно увеличение поперечного сечения исходной непрерывнолитой заготовки, и как следствие повышение производительности агрегата непрерывной разливки – прокатки;

- согласно данным работ [5,6], увеличения сечения калибров в первых клетях непрерывного стана (равно и вытяжек) позволит снизить передние натяжения в последних клетях, и как следствие снизить величину оваллизации готового проката из-за больших натяжений раската задаваемого в чистовой калибр;



- подстуживание раскатов специальным раствором может обеспечить почти полное восстановление вторичных окислов, образующихся в между групповой промежутке, и как следствие будет способствовать минимизации удельного веса дефекта «вкатанная окалина».

Согласно данным работы [4] наиболее эффективным и дешевым восстановителем является водный раствор спирта. Как известно, при взаимодействии спирта с горячими окислами меди, последние восстанавливаются до чистой меди по реакции:



Такое же действие оказывает на окислы меди водный раствор спирта.

Из всех спиртов принят в производстве – спирт этиловый, который по сравнению с другими спиртами и восстановителями имеет ряд преимуществ:

- малая токсичность (в применяемых концентрациях полная безвредность);
- доступная цена и высокая эффективность (процесс восстановления окиси меди при температуре 1000 °С начинает идти в водном растворе с концентрацией спирта 0,25%);
- применяемые концентрации пожаробезопасны;
- остатки водного раствора спирта не вызывают потемнения светлой поверхности меди;
- не вызывает коррозию оборудования;
- в процессе взаимодействия раствора с окисью меди не выделяются вредные вещества и не накапливаются в растворе.

Концентрация спирта в воде, необходимая для эффективной реакции [7], зависит от температуры окисленной медной заготовки (см. рис. 3).

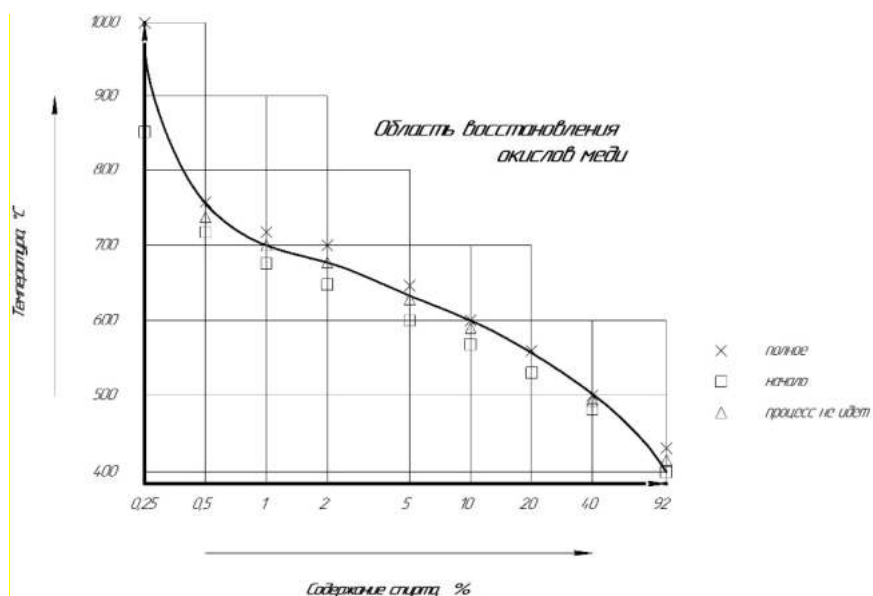


Рис. 3 – Концентрации водного раствора спирта в зависимости от температуры поверхности медного проката (минимально необходимая концентрация для восстановления окисленной поверхности)

С целью повышения интенсификации процесса восстановления концентрация спирта в эмульсии не должен быть меньше 0,35%. В противном случае будет иметь место неполное восстановление окислов. Продукты реакции – вода и газообразный альдегид не загрязняют окружающую среду.

Опыт эксплуатации линии осветления катанки [8] показал, что при хорошей фильтрации эмульсии от окалины, которая частично отскакивает от прокатываемой полосы, чистка эмульсионного бака емкостью 25 м<sup>3</sup> с заменой эмульсии может производиться один раз в год. Если условия позволяют сливать эмульсию в резервную емкость, то замена эмульсии исключается. Кроме того, целесообразно ввести ингибитор коррозии, а также небольшое количество раствора аммиака для придания в воде  $\text{pH} \geq 7$  [9].

Таким образом, новый способа деформирования непрерывнолитой заготовки из меди огневого рафинирования в процессе ее горячей прокатки решает вопросы не только повышение эффективности технологического процесса и повышения качества медной катанки, но и решает экологическую проблему защиты окружающей среды от соединения меди, которая неизбежно возникает на предприятиях, связанных с ее переработкой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smyrnov Y.N., Skliar V. A., Gorozhankin A.S. Investigation of Plastic Properties of Ø8 Rod Made of Fire-Refined Copper of Kmor Grade //Materials Science Forum. 2020. Vol. 989. P. 665-670.
2. Дзуготов М.Я. Пластичность, ее прогнозирование и использование при обработке металлов давлением / М.Я.Дзуготов. – М.: Metallurgiya, 1984. – 64 с.
3. Грудев А.П. Теория прокатки /А.П.Грудев. – М.: Metallurgiya, 1988. – 240 с.
4. Николаев А.К. Медь и жаропрочные сплавы: энциклопедический терминологический словарь: фундаментальный справочник. - М.: Издательство ДПК Пресс, 2012. – 720 с.
5. Софийский П.И. Современные агрегаты непрерывной разливки цветных металлов в СССР и за рубежом / П.И. Софийский, И.М. Ершов // Metallургическое машиностроение. М.: НИИформтяжмаш, 1965. - 156 с.
6. Сидельников С.Б. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов / С.Б. Сидельников, Н.И. Довженко, Н.Н. Загиров. — М.: МАКС Пресс, 2005. 344с.
7. Cuypers P.F. Continuous Casting in the Copper Industry / P.F. Cuypers // Report EUT/BDK/29. - Eindhoven, 1987. – 64 p.

8. Shutov I.V., Smirnov A.N., Kuberskiy S.V. Casting and Rolling Module for Obtaining Rolled Wire from Refined Copper // Metallurgical and Mining Industry. 2011. Vol. 3 (6). P. 269-273.

9. Смирнов Е.Н. Влияние минимизации системы технологий мелких и средних региональных производителей прессованных алюминиевых профилей на развитие процессов коррозии готовой продукции / Е.Н. Смирнов, Щукин В.Б., Скляр В. А., Митрофанов М. В. и др. // Коррозия: материалы, защита. – 2018. - №11. – С.13-21.

**ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ СПОСОБА  
ПРОКАТКИ ОВАЛЬНОГО РАСКАТА ИЗ МЕДИ ОГНЕВОГО РАФИНИРОВАНИЯ  
С ЛОКАЛЬНЫМИ ЗОНАМИ ПониЖЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ**

**Скляр В.А., Горожанкин А.С.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
konfor1@yandex.ru*

***Аннотация.** Представлены результаты численного эксперимента по оценке технологической реализуемости процесса создания в сечении раската из меди огневого рафинирования локальных областей металла с пониженной пластичностью за счет дифференцированного подстуживания раската. Показано, что наиболее оптимальный результат достигается при интенсивности охлаждения, гарантирующей достижения коэффициента теплоотдачи на уровне  $\alpha = 1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . В этом случае, технологически необходимая длина участка охлаждения и участка самоотпуска коррелируют с имеющимся технологическим промежутком.*

**Ключевые слова:** Раскат овальной формы; локальные зоны; пластичность; обжатие; самоотпуск; подстуживание; течение металла; локальные зоны.

**TEMPERATURE-TIME EVALUATION OF TECHNOLOGY OF ROLLING METHOD OF  
OVAL ROLLING FROM COPPER FRAME REFINING WITH LOCAL ZONES OF  
REDUCED PLASTICITY**

**Sklyar V.A, Gorozhankin A.S.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
konfor1@yandex.ru*

***Annotation.** Presented are the results of a numerical experiment to assess the technological feasibility of the process of creating fire refining of local regions of metal with reduced plasticity in the section of a copper roll due to differentiated cooling of the roll. It is shown that the most optimal result is achieved with a cooling intensity that guarantees the achievement of the heat*

*transfer coefficient at the level of  $\alpha = 1000 \text{ W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . In this case, the technologically required length of the cooling section and the self-tempering section correlates with the available technological gap.*

**Keywords:** Oval roll; local zones; plasticity; compression; self-tempering; chilling; metal flow; local zones.

Выявленная особенность меди огневого рафинирования снижать существенным образом в температурном интервале 800÷850°C пластические свойства (до двух раз) [1], позволила предложить новый способ деформирования раската в линии агрегата непрерывной разливки прокатки. Вместе с тем, для технической реализации предложенного способа необходимо выполнить комплекс исследований, связанный с оценкой формируемого температурного состояния по сечению раската на участке междеформационного подстуживания.

Необходимость изучения данного вопроса обусловлена тем, что медь по сравнению со сталью имеет гораздо более высокий коэффициент теплопроводности: для меди 389,4 Вт/(м·К), для стали – 45,4 Вт/(м·К). Столь существенная разница вносит определенные коррективы в схему реализации процесса:

- во-первых, вследствие высокой теплопроводности, время самоотпуска раската будет минимальным. Следовательно, система подстуживания должна располагаться в непосредственной близости от валков чтобы сохранить локальные зоны пониженной пластической деформации;

- во-вторых, учитывая незначительную скорость движения раската (на выходе из 2-й клетки на уровне 0,4 м/с) подстуживание раската должно выполняться за незначительный промежуток времени с невысокой интенсивностью (предположительно спрейерной системой с верхним и нижним рядом форсунок);

- температура раската перед системой охлаждения должна быть строго заданной, так как возможные колебания начального температурного состояния раската будут минимизировать достигаемый технический результат. В условиях агрегата непрерывной разливки-прокатки достижение температурной стабильности раската достигается за счет регулирования частоты вращения роторного колеса.

Моделирование выполняли для нестационарного теплового режима раската, то есть выполняли расчет его температурного поля при его подстуживании во время транспортировки во время транспортировки от черновой группы клеток к чистовой (рис. 1) [2].

Температурное поле заготовки при этом описывалось дифференциальным уравнением теплопроводности Фурье [3]:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left( \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

где:  $x, y, z$  - независимые пространственные переменные.

$t$  - температура раската, °С;

$\tau$  - длительность процесса, с;

$a$  - температуропроводность меди ( $\text{м}^2/\text{с}$ ), определяемая из выражения:

$$a = \left( \frac{\lambda}{\rho c} \right). \quad (2)$$

В выражение (2) входят следующие характеристики меди:

$\rho$  - плотность,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ,

$\lambda$  - коэффициент теплопроводности,  $\text{Вт}/\text{м}^2\text{°С}$ ,

$c$  - удельная теплоемкость,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{°С})$ ;



Рис. 1 – Общий вид черновой и чистовой групп прокатного стана MORGAN [2]

Также были заданы условия, позволяющие выделить из бесконечного множества решений уравнения (1) однозначно характеризующее рассматриваемый процесс. К этим условиям относятся:

- граничные условия [3]

$$t = t(x, y, z, 0) = \varphi(x, y, z), \quad (3)$$

- закон взаимодействия между средой и поверхностью овального раската;

- начальное условие, характеризующее распределение температуры в раскате в начальный момент времени,

Как известно [4], процесс теплообмена между поверхностью тела и подстуживающей средой описывают температурные граничные условия третьего рода. Процесс теплообмена при этом описывается законом Ньютона, который имеет следующий вид:

$$q_n = \alpha(t_s - t_c), \quad (4)$$

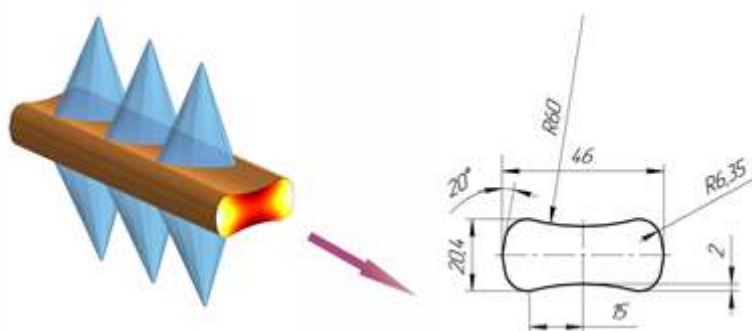
где:  $q_n$  - проекция вектора теплового потока на направление внешней нормали к поверхности тела, Вт/м<sup>2</sup>;

$\alpha$  - коэффициент теплообмена, Вт/(м<sup>2</sup>·°C);

$t_s, t_c$  - температура поверхности тела и окружающей среды соответственно °C.

При проведении исследования принимали постоянную температуру окружающей среды и постоянство коэффициента. В этом случае для расчета процесса теплопередачи при транспортировке заготовки за счет излучения и вынужденной конвекции применимо граничное условие третьего рода [4], которое и использовали при моделировании.

Принятая к расчету схема охлаждения представлена на рис. 2а, а сечение подката имеющего форму плоского овала – на рис. 2б. Аналогичные расчеты выполнялись и для эквивалентного по площади раската имеющего форму однорадиусного овала.



а)б)

а – принятая к расчету схема охлаждения; б – геометрические размеры раската

Рис. 2 – Схема создания локальных зон пониженной пластичности

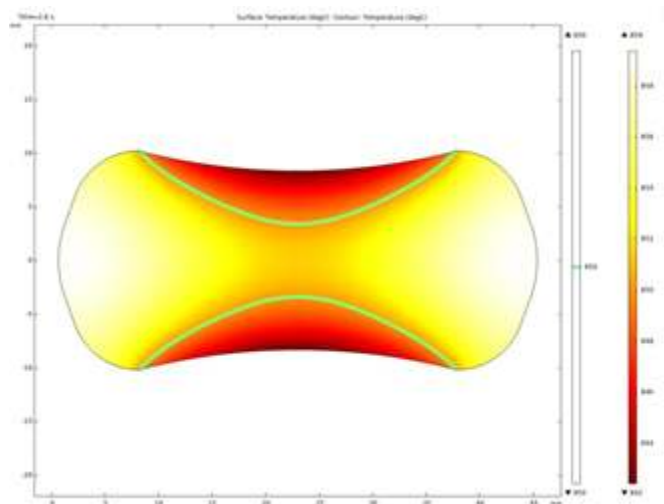
Исходя из существующих возможностей по размещению секции подстуживания в линии прокатного стана, для выполнения расчетов принимались следующие интервалы варьирования параметров:

- скорость транспортировки раската: 0,35 ÷ 0,45 м/с.
- время подстуживания: 2,55 ÷ 2,65 с;
- время самотпуска: 0,05 - 1,0 с.

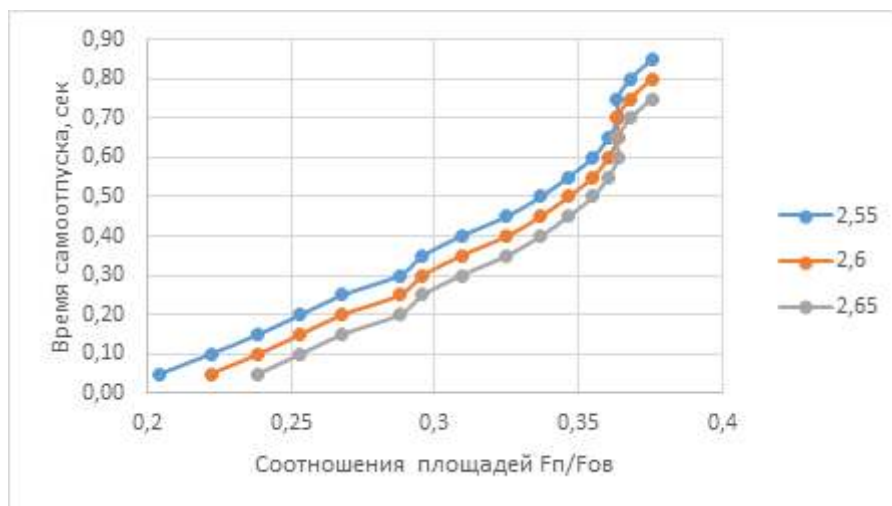
В качестве функции отклика принималось соотношение площадей по сечению овального раската ( $\frac{F_n}{F_{ов}}$ ), а именно площади локальной зоны пониженной пластичности  $F_n$  (имеет среднемассовую температуру в интервале 800–850°C) к общей площади овала  $F_{ов}$ .

В ходе исследования также принималось допущение о том, что исходя из возможностей технической реализации нового способа, интервал варьирования функции отклика ( $\frac{F_n}{F_{ОВ}}$ ) должен лежать в пределах  $0,1 \div 0,38$ .

Обобщенные результаты выполненных расчетов представлены на рисунке 3. Установлено, что наиболее приемлемые, с точки зрения реализации, результаты получаются при интенсивности подстуживания, которая обеспечивает достижения коэффициента теплоотдачи на уровне  $\alpha = 1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .



а)



б)

Рис. 3 – Температурное состояние подката перед прокаткой (а) и Взаимосвязь параметров между деформационного подстуживания и самоотпуска (б) при создании локальных зон пониженной пластичности:  $\alpha = 1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , время подстуживания 2,55, 2,6 и 2,65 сек

В этом случае длина секции подстуживания будет колебаться в пределах  $0,9 \div 1,2 \text{ мм}$ , а длина участка самоотпуска не превысит  $0,4 \text{ метра}$ , то есть длины вводной арматуры. При



этом, в области максимальных значений  $\frac{F_n}{F_{0B}}$  наблюдается сближение кривых, что однозначно свидетельствует о наличии фактически единственного решения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smyrnov Y.N., Skliar V. A., Gorozhankin A.S. Investigation of Plastic Properties of Ø8 Rod Made of Fire-Refined Copper of Kmor Grade // Materials Science Forum. 2020. Vol. 989. P. 665-670.
2. Shutov I.V., Smirnov A.N., Kuberskiy S.V. Casting and Rolling Module for Obtaining Rolled Wire from Refined Copper // Metallurgical and Mining Industry. 2011. Vol. 3 (6). P. 269-273.
3. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров. Справочник / Х. Уонг // Справочник. – М.: Атомизда, 1979. – 216 с.
4. Thomas B.G. Continuous casting: Complex Models // The Encyclopedia of Materials: Science and Technology. – Oxford: Elsevier Science Ltd. Vol.2. 2001. – pp.1599-1609.

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В НАШЕМ РЕГИОНЕ

**Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*klnchayka@mail.ru*

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы возможности использования в регионе энергии ветра и солнца.*

**Ключевые слова:** ветрогенератор; инсоляция.

## OPPORTUNITIES FOR USING RENEWABLE ENERGY SOURCES IN OUR REGION

**Korol'kova L.N., Velemeny S.N.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*klnchayka@mail.ru*

***Annotation.** The article discusses the possibility of using wind and solar energy in the region.*

**Keywords:** windgenerator; insolation.

Одной из проблем использования традиционных источников энергии является их пагубное воздействие на экологическую обстановку. Одним из решений возникшей проблемы является использование возобновляемых источников энергии в возможно более широком спектре человеческой деятельности. Существует несколько видов источников возобновляемых энергоресурсов: ветроэнергетика, гелиоэнергетика, энергия биомассы и др. Возможность их применения зависит от природных ресурсов местности. [1]

В нашем регионе наиболее вероятными альтернативными источниками могут быть энергии солнца и ветра. Оценим возможность их использования.

Для получения энергии с помощью ветра применяются ветрогенераторы, а солнца – солнечные батареи и коллекторы. Ветрогенератор не сложно устроен: ветер вращает лопасти, лопасти вращают ротор в электрогенераторе. Работа солнечной батареи основана на

физическом явлении внешнего фотоэффекта. Оба этих источника дают постоянный ток, который с помощью инвертора превращается в переменный.

Самый важный фактор, который влияет на количество энергии, вырабатываемой ветрогенератором – скорость ветра. Скорость зависит от следующих факторов[2]:

- высота над уровнем земли; близко к земле ветер замедляется за счет трения о земную поверхность, при увеличении высоты над поверхностью земли в два раза наблюдается увеличение скорости ветра приблизительно на 12%;
- время года; в зимние месяцы скорость ветра обычно выше, чем летом;
- характер земной поверхности; на холмах скорость ветра выше по сравнению с окружающей равнинной территорией, поэтому они считаются превосходным местом для ветряка.

Зная значение скорости ветра можно рассчитать приблизительную выработку ветровой электростанции в данном регионе в конкретный месяц или в среднем за год.

Среднемесячное изменение скорости ветра в течение года в нашем регионе представлено на рис. 1. [3].



Рис. 1 – Среднемесячные скорости ветра в течение года

Минимальная рабочая скорость ветра для ветроустановок составляет 2 м/с. Как видно из графика на рис. 1, среднемесячные скорости ветра в течение года превышают это значение. В зимний период среднее значение скорости составляет  $\approx 6,7$  м/с, в осенне-весенний период  $\approx 5$  м/с, в летний –  $\approx 3,5$  м/с. Видно, что в течение практически всего года средние скорости ветра превышают минимальное значение. Следовательно, в регионе имеется возможность использования ветра для получения энергии.

Количество энергии, вырабатываемой ветроустановкой на  $m^2$  ометаемой колесом площади, можно определить по формуле [2]:

$$P = 0,5 \cdot \rho \cdot v^3, \quad (1)$$

где 0,5 – параметр невозможности круглосуточного потока ветра для максимальной мощности;

$\rho$  – плотность воздушного потока,  $\approx 1,225 \text{ кг/м}^3$ ;

$v$ –скорость ветра, м/с.

Мощность, вырабатываемая ветроустановкой, в среднем составит: в зимний период около  $185 \text{ Вт/м}^2$ , восенне-весенний период около  $77 \text{ Вт/м}^2$ , в летний период около  $26 \text{ Вт/м}^2$ . В месяц можно получить среднее количество энергии: в зимний период около  $5,55 \text{ кВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{мес})$ , восенне-весенний период около  $2,35 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{мес})$ , в летний период около  $0,80 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{мес})$ . Наиболее эффективно использовать ветроустановки в осенне-зимне-весенний период.

Солнечная энергетика использует солнечное излучение и преобразовывает его в электричество или в другие виды энергии. Солнечная энергия является не только экологически чистым источником энергии, т.к. при преобразовании солнечной энергии не выделяется вредных побочных продуктов, но еще энергия солнца самовосстанавливающийся источник альтернативной энергии. Количество энергии, которую можно получить от солнечного излучения определяется инсоляцией.[4]

Солнечная инсоляция–это величина, определяющая количество облучения поверхности пучком солнечных лучей (даже отраженных или рассеянных облаками). Поверхностью может быть что угодно, в том числе и солнечная батарея, которая преобразует энергию солнца в электрическую энергию. Параметр солнечной инсоляции определяет эффективность использования энергии солнца. Измеряется инсоляция в  $\text{кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$ , то есть количество энергии солнца, полученное одним квадратным метром поверхности в течении одного часа.[5]

Спектр солнечной радиации – фотосинтетическая активная радиация, видимая и ультрафиолетовая части спектра. Спектр солнечной радиации для нашего региона представлен на рис. 2.[3]

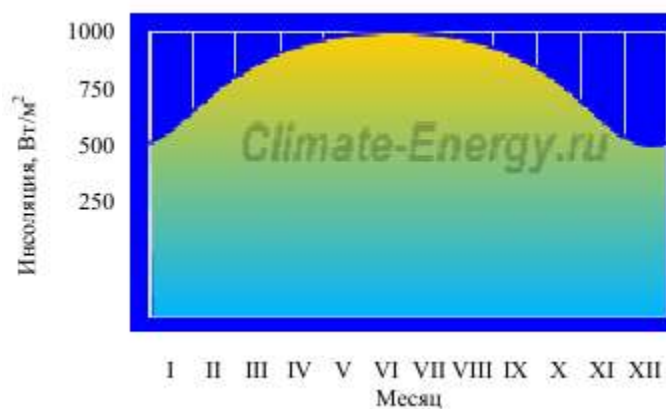


Рис. 2 – Спектр солнечной радиации в течение года

Максимальное количество солнечной энергии поступает в период с апреля по сентябрь  $800 \div 1000 \text{ Вт/м}^2$  что соответствует величине инсоляции  $19,2 \div 24 \text{ кВт}\cdot\text{ч/м}^2$ . Зная значение инсоляции можно рассчитать приблизительную выработку солнечной электростанции в данном регионе в конкретный месяц или в среднем в год.

Количество энергии, получаемой от солнца в сутки, можно определить по формуле [5]:

$$P = M \cdot I, \quad (2)$$

где  $M$  – мощность установки, кВт;

$I$  – инсоляция,  $\text{кВт}\cdot\text{ч/м}^2$ .

Для станции мощностью 1 кВт имеем  $19,2 \div 24 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$  в сутки в самый солнечный период года. В темный период года количество вырабатываемой энергии составит  $12 \div 17 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$  в сутки. Наиболее эффективно использовать солнечную энергию в период с апреля по сентябрь.

Полученные результаты показывают возможность использования альтернативных источников энергии в нашем регионе. Причем в зимний период эффективнее использовать энергию ветра, а в летний – энергию солнца. В весенне-осенний период могут использоваться оба источника.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергия ветра и солнца. – Мысль, 2019 – <https://mysl.su/2019/05/energiya-vetra-i-solnca/> (дата обращения: 13.12.2020). – Текст : электронный.
2. Германович В., Турилин А. «Альтернативные источники энергии и энергосбережение» – М.: Наука и техника, 2014 год, 320 стр. – <https://www.htbook.ru/ehlektrotehnika/ehnergetika/alternativnye-istochniki-energii> (дата обращения: 13.12.2020). – Текст : электронный.
3. Старый Оскол, климатический справочник городов России. – [https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/ss/climate\\_sprav\\_ss\\_3411601949.php](https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/ss/climate_sprav_ss_3411601949.php) (дата обращения: 13.12.2020). – Текст : электронный.
4. Использование солнечной энергии. – <https://akkummaster.com/prochee/alternativnaya-energiya/ispolzovanie-solnechnoj-energii.html> (дата обращения: 13.12.2020). – Текст : электронный.
5. Значение солнечной инсоляции в городах России. – [https://www.betaenergy.ru/insolation/https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/ss/climate\\_sprav\\_ss\\_3411601949.php](https://www.betaenergy.ru/insolation/https://climate-energy.ru/weather/spravochnik/ss/climate_sprav_ss_3411601949.php) (дата обращения: 13.12.2020). – Текст : электронный.

## О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕСКОКСОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

**Малахова О.И., Жиденко А.И., Лавриненко К.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*ox\_m73@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены различные варианты использования вторичных энергетических ресурсов на примере российских предприятий с технологией бескоксовой металлургии. В соответствие существующей производственной структурой по получению металлизированных окатышей и брикетов определены источники и потребители вторичных энергетических ресурсов. Рассмотрены параметры вторичных энергоресурсов. Дана оценка экономической эффективности применения вторичных энергоресурсов.

**Ключевые слова:** вторичные энергоресурсы; бескоксая металлургия, металлизированные окатыши; металлизированные брикеты; дуговая сталеплавильная печь; технико-экономические показатели;

## ON THE POSSIBILITY OF USING SECONDARY ENERGY RESOURCES AT THE ENTERPRISES OF THE COKE-FREE METALLURGY

**Malakhova O.I., Zhidenko A.I., Lavrinenko K.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*ox\_m73@mail.ru*

**Annotation.** The article considers various options for the use of secondary energy resources on the example of Russian enterprises with the technology of coxless metallurgy. Sources and consumers of secondary energy resources are determined in accordance with the existing production structure for the production of metallized pellets and briquettes. The parameters of secondary energy resources are considered. An assessment of the economic efficiency of the use of secondary energy resources is given.

**Keywords:** secondary energy resources; coke-free metallurgy; metallized pellets (DRI); HDRI; electric arc furnace; technical and economic indicators

Традиционная металлургическая технология производства чёрных металлов, представленная на предприятиях с полным металлургическим циклом, является крупным потребителем энергии и ресурсов. Во второй половине прошлого века стремительно начали развиваться технологии бездоменной или бескоксовой металлургии. Главным их отличием является возможность отказа от кокса, необходимого для получения чугуна в доменной печи. Особенностью металлургии в нашем регионе является работа двух предприятий, на которых представлена такая технология. Это АО «ОЭМК», где работают установки металлизации с технологией Мидрекс и ЗГБЖ на Лебединском ГОКе, где кроме технологической схемы Мидрекс применяют также технологию ХИЛ-III. Для предприятий бездоменной металлургии, как и для предприятий с полным циклом, актуальной является задача энергоресурсосбережения. Снижение энергоёмкости производства чёрных металлов способствует устойчивому развитию [1] компании и региона в целом, т.к. позитивно сказывается на экологии, снижает себестоимость производства металлизированной продукции и стали, повышает конкурентоспособность продукции и т.д.

Снизить энергоёмкость на предприятиях с бездоменной металлургией возможно в том числе за счёт применения вторичных [2] энергетических ресурсов. Этот способ был давно разработан и опробован в условиях металлургических предприятий с полным циклом. Вторичные энергоресурсы (ВЭР) – это энергетический потенциал (запас энергии в виде физической теплоты, потенциальной энергии избыточного давления, химической энергии и др.) продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, которые не могут быть использованы в самом агрегате, но могут частично или полностью применяться для энергоснабжения других потребителей [2]. Выделяют три группы ВЭР: горючие, тепловые и ресурсы избыточного давления. Из перечисленных групп самые распространённые – это горючие и тепловые ВЭР, в меньшей степени применяют ВЭР избыточного давления.

Нами были рассмотрены, в соответствие существующей производственной структурой, источники и возможные потребители ВЭР в условиях ОЭМК и ЗГБЖ Лебединского ГОКа, представленные в таблицах 1 и 2 соответственно.

Как следует из представленных в таблицах 1 и 2 данных, основным видом ВЭР на указанных предприятиях являются тепловые вторичные энергоресурсы, обладающие высокой температурой и большим расходом (непрерывным в шахтных печах металлизации и периодическим в АКОС и ДСП). Наиболее целесообразным, на наш взгляд, является использование тепловых ВЭР от установок металлизации и от дуговых сталеплавильных

печей. Возможно использование химической энергии отходящих от ДСП газов [3, 4] при их дожигании, но это целесообразнее делать в рабочем пространстве плавильной печи.

Нами были разработаны соответствующие схемы использования ВЭР. На рисунке представлена схема использования тепловых ВЭР в технологии производства металлизированной продукции в шахтной печи металлизации Мидрекс.

Особенностью указанной схемы является энергокомбинирование. После котла-утилизатора устанавливается турбина, позволяющая вырабатывать электрическую энергию. Генерируемая электрическая энергия снизит общий расход электрической энергии на предприятии, таким образом, снизив энергоёмкость производства продукции.

Таблица 1 – Источники и потребители ВЭР на ОЭМК

<b>Цех</b>	<b>Основные агрегаты</b>	<b>Источники ВЭР</b>	<b>Потребители ВЭР</b>
ЦОиМ	Обжиговая машина Шахтне печи Мидрекс, реформер	Тепловые, горючие, Избыточного давления: колошниковый газ Тепловые: Отходящие газы	Котёл-утилизатор, турбина
ЭСЦ	ДСП, АКОС, МНЛЗ	Тепловые: Отходящие газы, тепло НЛЗ, тепло шлака Горючие: Отходящие газы	Котёл-утилизатор, СИО, турбина
СПЦ-1, СПЦ-2	Проходные нагревательные и термические печи	Тепловые: Отходящие газы	Котёл-утилизатор

Таблица 2 – Источники и потребители ВЭР на ЗГБЖ Лебединского ГОКа

<b>Цех</b>	<b>Основные агрегаты</b>	<b>Источники ВЭР</b>	<b>Потребители ВЭР</b>
ЦГБЖ-1	Шахтная печь ХИЛ-III, реформер	Тепловые, горючие, избыточного давления: колошниковый газ	СИО
ЦГБЖ-2	Шахтная печь Мидрекс, реформер	Тепловые, горючие, избыточного давления:	Котёл-утилизатор,



		колошниковый газ	турбина
ЦГБЖ-3	Шахтная печь Мидрекс, реформер	Тепловые, горючие, избыточного давления: колошниковый газ	Котёл-утилизатор, турбина

Колошниковые газы печи металлизации Мидрекс имеют следующие характеристики [4]: температура 400 °С, избыточное давление 25-30 кПа, расход 300м<sup>3</sup>/ч, химический состав 16-18 % CO, 14-16 % CO<sub>2</sub>, 35-40 % H<sub>2</sub>, 2-3% N<sub>2</sub>, 22-24% H<sub>2</sub>O, 4-5% CH<sub>4</sub>. Расчёты котла-утилизатора, выполненные для указанных исходных данных, позволили выбрать турбину необходимой мощности и установить, что годовая выработка дополнительной электрической энергии составит как минимум 11,5 млн кВт·ч.

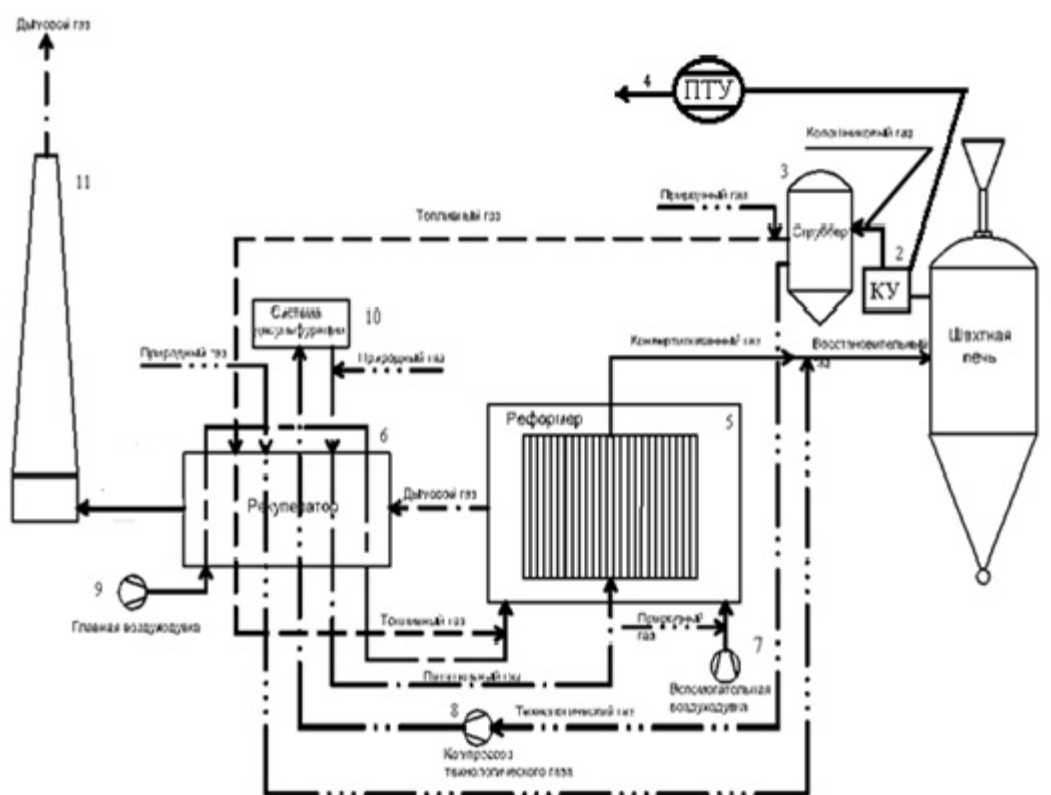


Рис.1 – Энерготехнологическая схема

1 – шахтная печь; 2 – котёл-утилизатор; 3 – скруббер колошникового газа; 4 – паротурбинная установка; 5 – реформер; 6 – рекуператор; 7 – вспомогательная воздуходувка; 8 – компрессор технологического газа; 9 – главная воздуходувка; 10 – схема десульфурации; 11 – труба для удаления дымовых газов

Вывод. Для решения проблемы энергосбережения в условиях продолжающего роста цен на электроэнергию необходимо шире использовать вторичные энергоресурсы, а также схемы с энергокомбинированием. Генерируемая электрическая энергия по предложенной

энерготехнологической схеме снизит общий расход электрической энергии на предприятии бездоменной металлургии, таким образом, снизив энергоёмкость производства продукции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малахова О.И. Оценка устойчивого развития российской металлургии начала XXI века//В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Сборник материалов Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 93-97.

2. Е.Н. Смирнов. Инновационные и ресурсосберегающие технологии в металлургии. Учебное пособие. Е.Н. Смирнов, В.А. Скляр/Старый Оскол, 2016. – 220 с.

3. Merker E.E., Krakht L.N., Malakhova O.I., Kozhukhov A.A., Chermenev E.A., Kazartsev V.O., Stepanov V.A. Electric melting of iron-ore prereduced pellets in an electric arc furnace//Russian metallurgy (Metally). 2017. Т. 2017. №12. С. 1002-1005.

4. Merker E.E. Melting of iron-ore pellets in an arc furnace/ Merker E.E., Malakhova O.I., Krakht L.N., Kazartsev V.O.// Steel in Translation. 2017. Т. 47. № 3. С. 205-209.

5. Пашков Н.Ф. Металлургия железа: учебник для вузов. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. - 464 с.: ил.

## ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОПРОСУ САМОВОЗГОРАНИЯ СМЕСИ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ

**Сидоров М.С., Тимофеева А. С., Кожухов А.А., Федина В. В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** В настоящее время все более широкое распространение получает металлизированный продукт, особенно горячебрикетированное железо. Но горячебрикетированное железо может иметь целые брикеты, может иметь фрагменты различных фракций, поэтому температура самовозгорания может изменяться. В работе представлены исследования по температуре самовозгорания различного вида фрагментов горячебрикетированного железа.*

**Ключевые слова:** горячебрикетированное железо; металлизированный продукт; температура самовозгорания; эксперименты.

## CONDUCTING A RESEARCH ON THE QUESTION OF SELF-COMBUSTION OF A MIXTURE OF HOT-BRIQUETTED IRON OF DIFFERENT FRACTIONS

**Sidorov M.S., Timofeeva A.S., Kozhukhov A.A., Fedina V.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** Currently, metallized products, especially hot briquetted iron, are becoming more and more widespread. But hot briquetted iron can have whole briquettes, it can have fragments of different fractions, so the temperature of spontaneous combustion can change. The paper presents studies on the temperature of spontaneous combustion of various types of fragments of hot briquetted iron.*

**Keywords:** hot briquetted iron; metallized product; spontaneous combustion temperature; experiments.

Горячебрикетированное железо (ГБЖ) - продукт прямого восстановления железа в форме брикета с высоким (> 90%) содержанием железа, используемый для выплавки стали

[1]. При горячем прессовании металлургических окатышей, полученных в нашем регионе в процессах NYL-III и MIDREX получают ГБЖ.

Самовозгорание - самопроизвольное возникновение горения вследствие постепенного накопления тепла при протекании экзотермических реакций в каких-либо твердых материалах [2, с. 125].

Большое количество исследований проводилось по определению реакционной способности окатышей, их температуре самовозгорания, но по самовозгоранию горячебрикетированного железа и других металлургических продуктов не так много информации. Поэтому на кафедре металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой была разработана методика определения температуры самовозгорания ГБЖ, в основе которой лежит лабораторный метод определения температуры самовозгорания, занесенный в нормативный документ [1, с.3-5].

Для проведения данного исследования была собрана установка и разработана методика проведения эксперимента по определению температуры самовозгорания металлургических продуктов.

Экспериментальные исследования по самовозгоранию металлургического сырья проводили в лаборатории экстракции черных металлов на кафедре ММ им. С.П.Угаровой в СТИ НИТУ «МИСиС».

Оборудование для определения температуры самовозгорания: печь СНОЛ, 2 брикета с просверленными в центре отверстиями на глубину 12мм (для термопары), термопара, весы, две керамические емкости, в которые поместить: в одну – металлургическую мелочь, в другую – фрагменты брикетов более 6,5 мм одинаковой массы (рис.1).

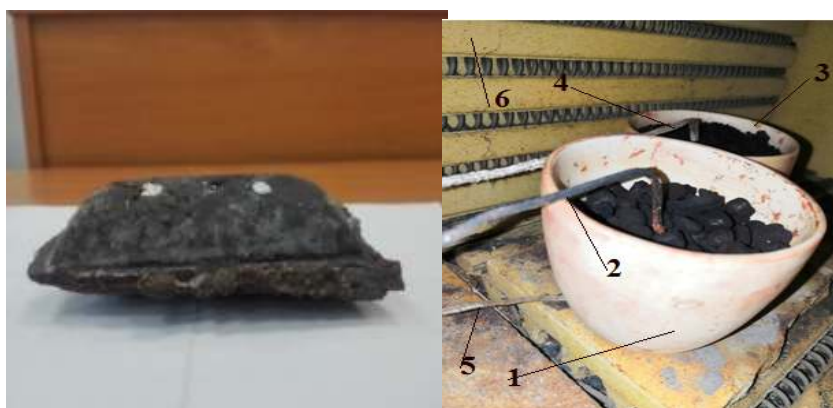


Рис. 1 – ГБЖ и металлургическое сырье в печи:

1-емкость с металлургическим сырьем фрагменты брикетов более 6,5мм ,2- термопара для определения температуры внутри фрагментов,3- вторая емкость с металлургической мелочью с фракциями менее 5мм, 4-термопара во второй емкости, 5- термопара для определения температуры окружающей емкости среды, 6-термопара для внутренней стенки печи СНОЛ.

Брикет взвесить с точностью до 0,1 г и осторожно поместить термопару внутрь брикета. Концы термопары вывести на внешнюю поверхность дверцы печи через отверстие и подключить к измерительным приборам. Температуру самовозгорания определить следующим образом: при достижении температуры в 200 °С, снять первые показания температуры внутри печи и внутри самого брикета. Далее скорость нагрева печи должна быть не более 2 °С/с. Через каждые 2 минуты повторять измерения до тех пор, пока температура брикета не станет выше, чем температура внутри печи.

Это температура и есть температура самовозгорания брикета. После этого снять несколько показаний для выяснения дальнейшего изменения температуры металлизированного продукта..

Для определения температуры самовозгорания использовали горячебрикетированное железо АО «ЛГОК» ЦГБЖ-2 и ЦГБЖ-3.

Результаты экспериментов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента по определению температуры самовозгорания ГБЖ (фрагмент)

Температура внутри печи, °С	Температура брикета (ГБЖ-2), °С	Температура брикета (ГБЖ-3), °С
385	370,6	373,6
388	374,5	379,1
392	379,2	384,4
396	384,8	389,7
399	389,5	394,8
399	394,2	398,8
<u>400</u>	398,5	<u>401,2</u>
402	400,9	403
<u>402</u>	<u>402,5</u>	403,5
403	403,6	403,6
403	403,9	403,4
402	403,9	402,7
402	403,7	401,9

Результаты эксперимента: средняя температура самовозгорания ГБЖ составляет 401,85 °С. Температура самовозгорания для процесса MIDREX при производстве ГБЖ в различных цехах отличается незначительно, что соответствует реальным условиям, так как химический состав и технологии производства брикетов практически одинаковы.

Следующий эксперимент проводился по определению температуры самовозгорания металлизированной мелочи и фрагментов брикетов, фракцией > 6,5 мм.

Для этого эксперимента необходимо одновременно поставить две емкости с металлизированным сырьем, и в каждой из них в центре сырья установить термопару. Термоэлектрические преобразователи вывести наружу для регистрации через специальное отверстие в печи. Отличие в проведении экспериментальных исследований заключается в большем количестве измеряемых величин (температура в центре металлизированного продукта, температура емкости, в которой содержится продукт, а также температура окружающей среды, т.е. температура внутри самой печи). Быть внимательным при постановке термопар точно в определенные выше места.

Результаты эксперимента по определению температуры самовозгорания фракций менее 6,5мм и металлизированной мелочи представлены на рисунке 2.

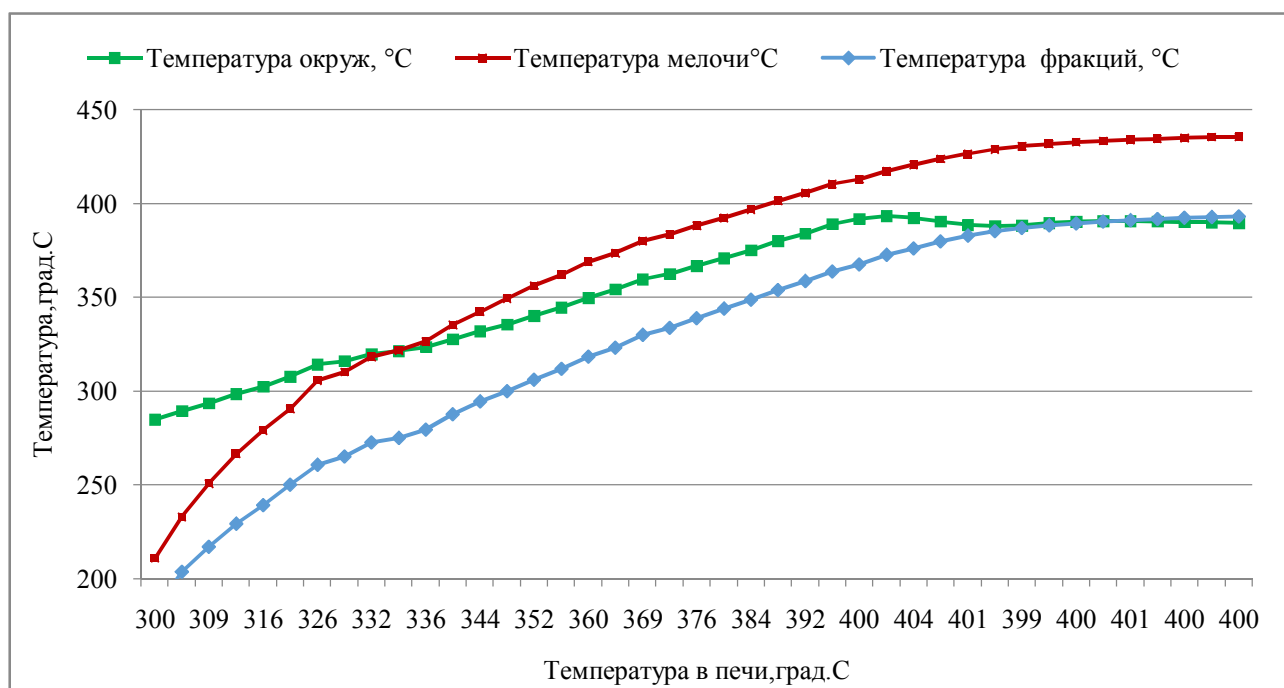


Рис. 2 – Температура самовозгорания фрагментов ГБЖ и металлизированной мелочи.

В ходе проведения исследований выяснено, что самую большую температуру самовозгорания имеет ГБЖ, затем фракции брикетов (более 6,5 мм), и самую низкую — это металлизированная мелочь (менее 5 мм). Причиной этому высокая удельная поверхность металлизированной мелочи и фрагментов ГБЖ. Чем выше удельная поверхность, тем быстрее протекает реакция окисления.

Поэтому при транспортировке ГБЖ необходимо учитывать количество фрагментов и их фракционный состав. Но в результате различных пересыпок не достаточно прочные

брикеты, а, соответственно, и фрагменты, которые были при отгрузке, тоже будут разрушаться, поэтому необходимо учитывать соотношение фракционного состава перед отправкой потребителю, так как температура самовозгорания будет различна.

Для подтверждения сделанных выводов об учете фракционного состава при определении температуры самовозгорания, было произведено еще одно исследование. Для его проведения были взяты свежие брикеты и фрагменты брикетов (класс крупности более 6,5 мм). Брикет был разбит пополам, имитируя повреждения целостности при транспортировке. В емкости соотношение содержания горячебрикетированного железа и фрагментов составляло 1:1.

Результаты определения температуры самовозгорания смеси различных фракций представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты эксперимента по определению температуры самовозгорания смеси металлизированного сырья в соотношении 1:1 (фрагмент)

Температура печи, °С	Температура емкости смеси, °С	Температура смеси, °С
298	269,2	272,9
302	274,7	277,1
305	278	279,3
310	284,8	284,1
313	290,4	287,5
317	297,1	291,7
321	302,6	296
324	307,5	299,4
329	315	304,7

В ходе проведения исследований по вопросу самовозгорания горячебрикетированного железа выявили следующее, что при содержании фрагментов брикетов фракцией > 6,5 мм порядка 50 % от общей массы металлизированного продукта, достаточно резко падает температура самовозгорания – до 284,2 °С. Поэтому, необходим контроль фракционного состава транспортируемой продукции, оптимальное соотношение массы фрагментов брикетов фракцией > 6,5 мм и ГБЖ составляет не более 1:5 и прочности брикетов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральное государственное учреждение «Всероссийский Орден "Знак почета" Научно-исследовательский институт противопожарной обороны». Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов. -М.,2004. -66 с.
2. Железо в брикеты Металлоторговый портал [Электронный ресурс] URL: <http://www.metalika.su/articles/zhelezo-v-brikety.html> (дата обращения: 29.10.2020).
3. Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы Пятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, 21-23 ноября 2018 г. – Старый Оскол, 2018. – С.124-127.



## АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ В ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОМ ЖЕЛЕЗЕ

**Скляр В.А., Черменев Е.А., Князев И.С.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*konfor1@yandex.ru*

***Аннотация.** Представлены результаты анализа распределения плотности в горячебрикетированном железе выполненные с помощью метода гидростатического взвешивания. Полученные результаты позволили оценить степень уплотнения материала в процессе брикетирования на валковом прессе по разным зонам брикета, что позволит разработать мероприятия по совершенствованию процесса горячего брикетирования железа прямого восстановления.*

**Ключевые слова:** горячебрикетированное железо; металлизированные окатыши; валковый пресс; уплотнение; гидростатическое взвешивание.

## ANALYSIS OF THE DENSITY DISTRIBUTION IN HOT-BRIQUETTED IRON

**Skliar V.A., Chermenev E.A., Knyazev I.S.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*konfor1@yandex.ru*

***Annotation.** The results of the analysis of the density distribution in hot-briquetted iron performed using the hydrostatic weighing method are presented. The results obtained allowed us to assess the degree of compaction of the material during briquetting on a roll press for different zones of the briquette, which will allow us to develop measures to improve the process of hot briquetting direct reduction iron.*

**Keywords:** hot-briquetted iron; metallized pellets; roll press; compaction; hydrostatic weighing.

## Введение

Процесс горячего брикетирования железа прямого восстановления (в виде металлизированных окатышей) применяется как эффективное средство снижения вторичного окисления железа и уплотнения материала, что позволяет транспортировать металл на большие расстояния для последующей переплавки [1, 2]. Процесс брикетирования металлизированных окатышей на валковых прессах (рис. 1) достаточно высокопроизводителен, однако имеет множество недостатков.

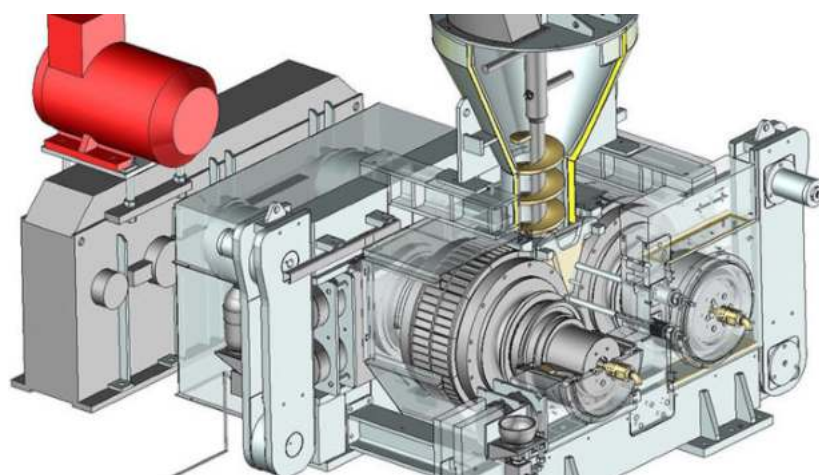


Рис. 1 – Типовой валковый пресс

Для того, чтобы рассматривать возможные пути для улучшения существующей технологии брикетирования необходимо подробно рассмотреть все ее преимущества и недостатки. К недостаткам процесса следует отнести низкую прочность получаемых брикетов, которая может объясняться как недостатками самой технологии, так и нарушением технологического режима прессования [3, 4].

К недостаткам непосредственно технологии следует отнести:

- наличие перемычки между брикетами, которая затем ломается, нанося при этом повреждения и самим брикетам, что может существенно снизить их прочность;
- неравномерность степени деформации по объему брикета, что приводит к разной прочности в его частях;
- охлаждение водой, что может приводить к появлению термических напряжений.

Оценить спрессованность материала в процессах обработки металлов давлением, можно путем изучения плотности и макроструктуры [5, 6]

Таким образом целью работы был анализ распределения плотности в горячебрикетированном железе, который позволит выявить зоны неравномерной деформации.

### **Методика проведения исследования**

В качестве опытных образцов использовались брикеты, произведенные на Лебединском горно-обогатительном комбинате.

Для оценки степени спрессованности металлизированных окатышей производился замер плотности в различных областях данных брикетов с помощью метода гидростатического взвешивания [7, 8].

Для этого брикет разрезался на равные части, что позволит изучить структуру и плотность брикета в различных его зонах. Для разрезки использовался воспользоваться лентопильный станок непрерывного действия РМЗ АО «Стойленского горно-обогатительного комбината». На рис. 2 представлен вид разрезанных брикетов.



Рис.2 – Части брикетов после разрезания

В дальнейшем для определения основного параметра, который влияет на прочность брикетов, такого как плотность использовали высокоточные весы ВЛЭ-1023С1 с комплектом для гидростатического взвешивания SHIMADZUSMK-101 в лаборатории СТИ НИТУ «МИСиС».

Макроструктуру образцов исследовали после шлифования поверхности на шлифовально-полировальном станке.

### Результаты и их обсуждение

Макроструктура образцов приведена на рис. 3. Из рисунка видно, что в теле брикета присутствуют значительные дефекты несплошности в виде трещин между окатышами, которые не сварились между собой. Данные дефекты концентрируются в местах наличия перемычки между брикетами, что, по видимому, связано с силовым воздействием в момент ее разлома, а также в центральных частях «вверху» и «внизу» поперечного сечения брикета, что, по видимому, связано с недостаточной степенью высотной деформации окатышей в этой зоне.

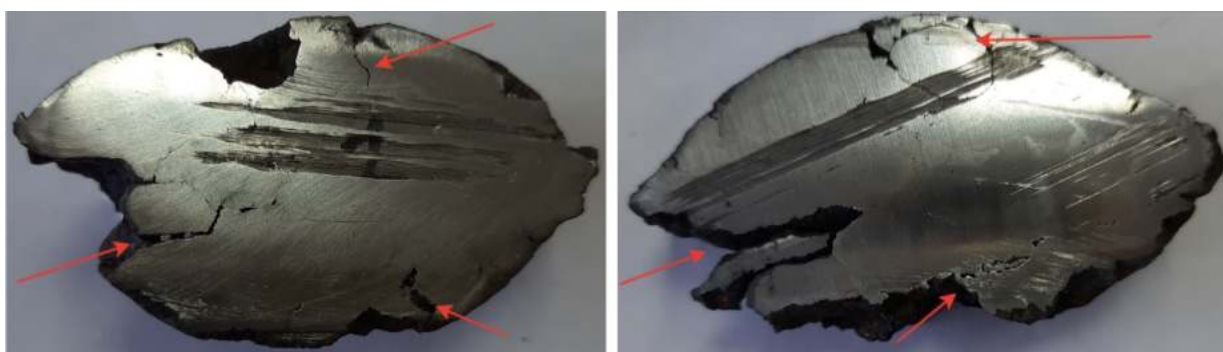


Рис. 3 – Макроструктура брикетов:  
а – краевая часть б – центральная часть

Распределение плотности по частям брикета вдоль его длины представлено на рис 4.

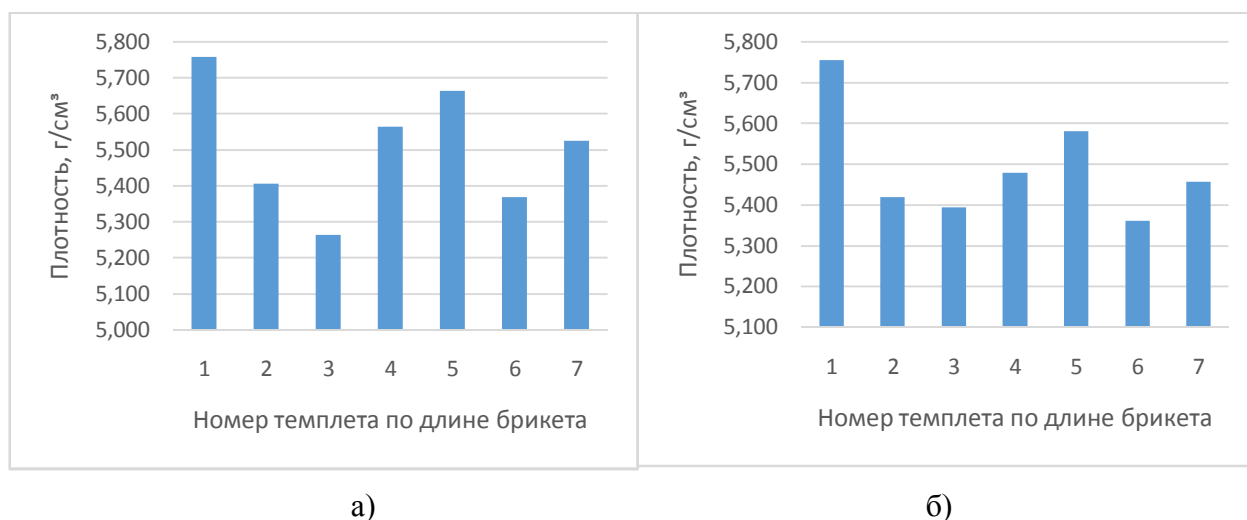


Рис. 4 – Распределение плотности по сечению брикета:  
а - брикет №1 б – брикет №2

Как видно из рис 4,а наибольшая плотность наблюдается в краевой части брикета (темплеты № 1, 5 и 7), что можно объяснить большой степенью высотной деформации в данной области. Наименьшая же плотность наблюдается в центральной зоне по длине брикета (темплет №3), что можно объяснить недостаточной высотной деформацией в этой области, и в отломившейся при распилке части №6 что можно объяснить недостаточной прочностью за счет повреждений при разрушении перемычки между брикетами.

Как видно из рис 4,б наибольшая плотность также наблюдается в краевой части брикета (темплеты № 1, 5 ). Наименьшая же плотность наблюдается ближе к центральной зоне по длине брикета (темплеты № 2,3).

Таким образом наблюдается существенные различные значения плотности по телу брикета обусловленные как недостаточной спрессованностью материала, так и действием сил во время разрушения перемычки между брикетами.

Вывод. Использование метода гидростатического взвешивания для определения распределения плотности в горячебрикетированном железе вполне оправдано. Однако оценить степень уплотнения материала непосредственно в процессе брикетирования на валковом прессе достаточно сложно из-за наличия зон разрушения перемычки между брикетами. Поэтому необходимо произвести дополнительный анализ на брикетах без разрушенных перемычек.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тимофеева А.С., Руднов И.А., Никитченко Т.В. Влияние прессуемого материала на прочность брикетов / Региональная научно-практическая конференция г. Губкин 2004. – С.88-91.
2. Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Режун С.Н., Семина Ю.В., Руднов И.А. Исследования прочности брикетов, производимых Лебединским горно-обогатительным комбинатом / А. С. Тимофеева. // Известия ВУЗов Черная металлургия 2003 №10. – С.7-8.
3. Князев И.С. Анализ факторов, влияющих на прочность брикетов из металлизированных окатышей // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. наука и производство. Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2019. С. 23-28.
4. Тимофеева А.С., Никитченко Т.В. Повышение прочности горячебрикетированного железа. «Наука и технологии» Труды XXIII Российской школы М. Российская академия наук 2003. – С.217-223.
5. Смирнов, Е. Н. Физическое моделирование поведения дефектов макроструктуры непрерывнолитой заготовки / Е. Н. Смирнов, В. А. Склад // 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.

6. 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.

7. Технология физического эксперимента: гидростатическое взвешивание / Горяев М.А. Донской государственный технический университет. 2017. С. 277-278.

8. Моделирование задачи: Определение плотности гидростатическим взвешиванием / Кириллова К.И. Ответственный редактор - С.Ю. Широкова. 2018. С. 484-486.

**ИССЛЕДОВАНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ЛИТОЙ СТРУКТУРЫ МЕДИ В ПРОЦЕССЕ  
ПРОКАТКИ КАТАНКИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО  
ВЗВЕШИВАНИЯ**

**Скляр В.А., Турсунбоев Б.Ф., Парпиев Д.Б.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
konfor1@yandex.ru*

***Аннотация.** Представлены результаты исследования процесса уплотнения литой структуры меди при прокатке катанки на непрерывном агрегате литья-прокатки PROPERZI. Исследование выполнялось на темплетах непосредственно вырезанных из технологической линии во время остановки прокатного стана. Полученные результаты позволили оценить степень уплотнения литой структуры меди по клетям стана от исходной литой заготовки до готовой катанки, что позволит разработать мероприятия по совершенствованию процесса прокатки.*

**Ключевые слова:** медная катанка; литая структура; прокатный стан; PROPERZI; уплотнение; гидростатическое взвешивание.

**INVESTIGATION OF COMPACTION OF CAST COPPER STRUCTURE IN THE  
PROCESS OF ROLLING WIRE ROD USING THE HYDROSTATIC WEIGHING  
METHOD**

**Skliar V.A., Tursunboev B.F., Parpiev D.B.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
konfor1@yandex.ru*

***Annotation.** The results of a study of the process of compaction of the cast structure of copper when rolling wire rod on a continuous casting-rolling unit PROPERZI are presented. The study was performed on templets directly cut from the production line during the rolling mill shutdown. The results obtained allowed us to evaluate the degree of compaction of the cast copper structure along the mills from the initial cast billet to the finished wire rod, which will allow us to develop measures to improve the rolling process.*

**Keywords:** copper wire rod; cast structure; rolling mill; PROPERZI; compaction; hydrostatic weighing.

## **Введение**

Вопросы повышения качества медной катанки, особенно произведенной в условиях региональных производителей из являются актуальными, поскольку мелкие производители стремятся удешевить процесс производства продукции за счет исключения некоторых составляющих технологического процесса [1].

Современные технологии производства катанки из меди предусматривают совмещение процессов непрерывного литья и прокатки [2-4]. Учитывая непрерывность процесса рассматривать вопросы улучшения качества готовой продукции необходимо путем последовательных исследований вдоль всей технологической линии [5, 6].

Плотность материала можно использовать как количественный критерий оценки поврежденности металла внутренними дефектами сплошности [7]. В ходе прокатки имеющаяся в исходных непрерывнолитых заготовках пористость заваривается, а плотность материала увеличивается. В следствие чего плотность материала можно считать мерой выкатки таких дефектов непрерывнолитого металла как газовые поры и раковины.

### **Методика проведения исследования**

Для измерения плотности используют метод гидростатического взвешивания. Гидростатическое взвешивание – способ измерения плотности жидких и твердых тел, основанный на законе Архимеда: на тело, погруженное в жидкость (или газ), действует со стороны этой жидкости (газа) поддерживающая сила, равная весу вытесненной телом жидкости (газа), направленная вверх и приложенная к центру тяжести вытесненного объема. Поддерживающую силу называют также архимедовой, или гидростатической подъемной силой [8].

Для исследования использовали медные темплеты толщиной 15 мм, которые были отобраны во время остановки литейно-прокатного агрегата PROPERZI после каждой клетки прокатного стана.

Исследовались две калибровки с различными параметрами. Таким образом было два комплекта темплетов № 1 и № 2, которые соответствовали режиму деформирования № 1 и № 2, которые отличались распределением вытяжек между клетями.

Для проведения испытаний на определение плотности использовали высокоточные весы ВЛЭ-1023С1 с комплектом для гидростатического взвешивания SHIMADZU SMK-101. Образцы по одиночке подвергали гидростатическому взвешиванию. Вначале образец



взвешивали в сухом виде, а затем в жидкости (рис. 1). Для измерения массы в жидкости использовали дистиллированную воду.



а)б)

Рис. 1 – Измерения массы образцов в воздухе (а) и в жидкости (б)

Плотность каждого образца рассчитывалась по формуле [9]:

$$\rho_m = \frac{M_{\text{воз}}}{M_{\text{воз}} - M_{\text{жид}}} \cdot \rho_{\text{жид}}$$

где,  $\rho_m$  – плотность материала;

$M_{\text{воз}}$  – масса образца в воздухе;

$M_{\text{жид}}$  – масса образца в жидкости;

$\rho_{\text{жид}}$  – плотность жидкости.

### Результаты и их обсуждение

По полученных данным построили распределение плотности медных темплетов по клетям стана (рис.2).

Как видно из рис.2,а при прокатке по режиму деформирования №1 плотность темплетов постепенно возрастает по клетям прокатного стана со значения  $8,809 \text{ г/см}^3$  до значения  $8,919 \text{ г/см}^3$ , т.е. увеличение плотности во время прокатки в клетях прокатного стана

составит 1,25 %. Наибольшее изменение плотности наблюдается в клетях № 2 и № 3. Таким образом максимальное изменение пористости происходит в первых клетях.

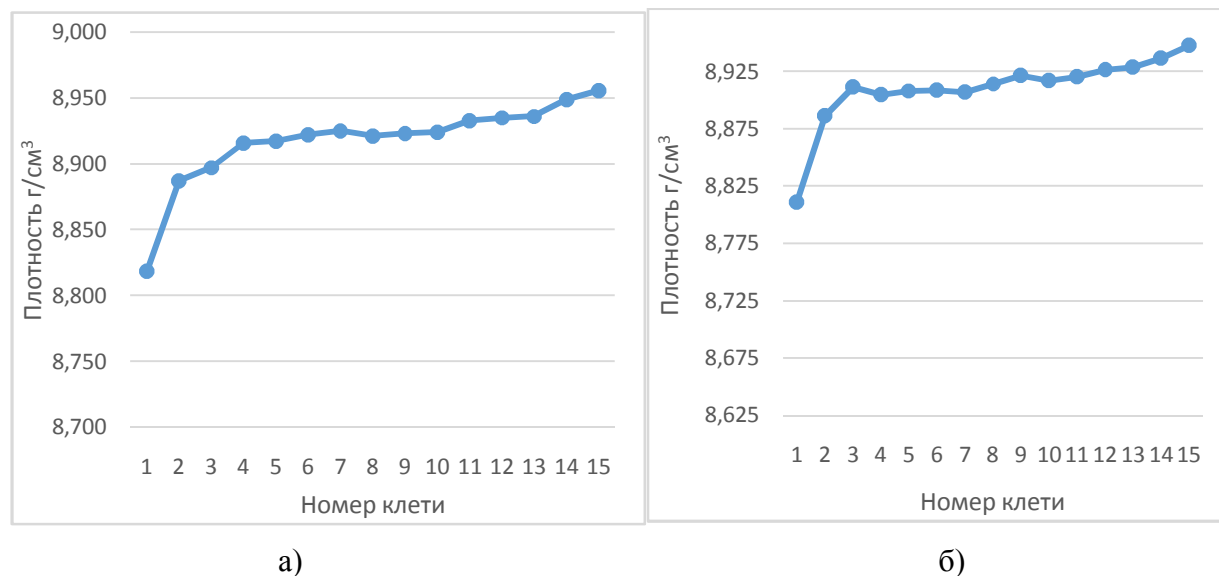


Рис.2 – Изменение плотности темплетов по клетям прокатного стана:  
а – комплект темплетов №1, б – комплект темплетов №2

Резкое сокращение пористости в первых клетях можно объяснить следующими причинами:

- в самом начале поры имеют большие размеры и легче подвергаются деформации;
- в самом начале пор много и они завариваются в большей мере чем дальше;
- в самом начале прокатки металл имеет большую температуру и поры завариваются быстрее и лучше;
- в первых клетях деформация обычно интенсивнее и большее, что способствует большему сокращению пористости и увеличению плотности.

Как видно из рис. 2,б при прокатке по режиму деформирования №2 плотность темплетов постепенно возрастает по клетям прокатного стана со значения 8,828г/см<sup>3</sup> до значения 8,956 г/см<sup>3</sup>, т.е. увеличение плотности во время прокатки в клетях прокатного стана составит 1,45 %. Наибольшее изменение плотности наблюдается в клетях № 2.

В результате анализа измерений плотности темплетов можно сказать, что в случае комплекта № 2 увеличение плотности (и соответственно уменьшение пористости и уплотнение литой структуры) происходит более интенсивно чем в случае комплекта № 1. Поэтому режим обжатия № 2 будет более благоприятным в плане сокращения пористости и уплотнения литой структуры чем режим обжатия № 1, и его можно рекомендовать для осуществления процесса прокатки медной катанки.

Вывод. Проведенное исследование по определению плотности медных темплетов, вырезанных из каждой клетки прокатного стана и соответствующих двум режимам деформирования показало, что по режиму деформации № 1 от первой до последней (15-й) клетки металл уплотняется на 1,25 % а по режиму деформации № 2 на 1,45 %. Таким образом режим обжатий № 2 будет обеспечивать лучшее уплотнение литой структуры и меньшее количество пор в готовой катанке. Поэтому с целью обеспечения лучшего качества готовой продукции следует рекомендовать именно его.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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 // *Металлург*. 2017. -№ 10. -С. 49-53.
2. Попс Х. Изготовление проволоки – из древности в будущее // *Компоненты и технологии*. 2009. №7. С.140 – 146.
3. Ю.В. Горохов, С.В. Беляев И.В. Усков, И.Ю. Губанов А.А. Косович Развитие совмещенного непрерывного процесса литья и прессования *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies* 4. 2014. №7. С. 436-442.
4. Постыляков А.Ю., Логинов Ю.Н. Особенности процессов производства медной катанки // *Инновационные технологии в металлургии*, 2014. - С. 320-324.
5. 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.
6. 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.
7. Логинов Ю.Н., Зуев А.Ю., Инатович Ю.В. Анализ сортовой прокатки кислородосодержащей меди с учетом немонотонности характеристик упрочнения // *Цветные металлы*. 2012. № 7. С. 77-81.
8. Технология физического эксперимента: гидростатическое взвешивание / Горяев М.А. Донской государственный технический университет. 2017. С. 277-278.
9. Моделирование задачи: Определение плотности гидростатическим взвешиванием / Кириллова К.И. Ответственный редактор - С.Ю. Широкова. 2018. С. 484-486.

## УМЕНЬШЕНИЕ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ ОКАТЫШЕЙ ПРИ ПЕРЕГРУЗКАХ

**Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Федина В.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
*uked@yandex.ru*

***Аннотация.** При транспортировке и складировании железорудные окатыши претерпевают истирание, дробление, в результате чего происходит значительные пылевыведения. Уменьшить выделение пыли при перегрузках можно различными способами. Один из них рассматривается в этой работе – это покрытие-поливинилацетатная эмульсия. Результаты экспериментов показали, что за счет уменьшения истирания происходит экономия окатышей на 1,81%*

**Ключевые слова:** окатыши; пылевыведение; выбросы; истирание; дробление; пересыпки; покрытия; результаты.

## REDUCTION OF DUST EMISSION OF PELLETS IN CASE OF OVERLOAD

**Timofeeva A.S., Nikitchenko T.V., Fedina V.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
*uked@yandex.ru*

***Annotation.** during transportation and storage, iron ore pellets undergo abrasion and crushing, resulting in significant dust emissions. There are various ways to reduce dust emissions during overloads. One of them is considered in this work – a coating-polyvinyl acetate emulsion. The results of experiments showed that by reducing abrasion, pellets are saved by 1.81%.*

**Keywords:** pellets; dust release; emissions; attrition; crushing; spills; coatings; results.

С ростом производства окатышей требования к их качеству повышаются. Все более необходимой становится разработка единых методик оценки качества и более высокая точность этой оценки. В настоящее время разработке методов испытаний обожженных окатышей во всем мире уделяется большое внимание. Прежде всего, разрабатываются

методы определения механических свойств и восстановления обожженных окатышей в процессе восстановления. Перспективным является обстоятельство роста темпа потребления опережающего темп производства окатышей. Высокий спрос на железорудное сырье – окатыши, определяется первоначально их качеством, стоимостью и экологичностью производства. Под экологичностью понимается уменьшение количества выбросов, в том числе парниковых газов. Для уменьшения пылевых выделений при транспортировке и складировании окатышей можно применить покрытие окатышей различными веществами [1-4].

На кафедре ММ им. С.П. Угаровой СТИ НИТУ «МИСиС» были проведены исследования по применению покрытий для уменьшения пылевых выделений при перегрузках.

Для проведения исследований были использованы железорудные неагломерованные окатыши, отобранные в процессе производства с Лебединского горно-обогатительного комбината одинакового гранулометрического состава. Схема проведения экспериментов представлена на рисунке 1.

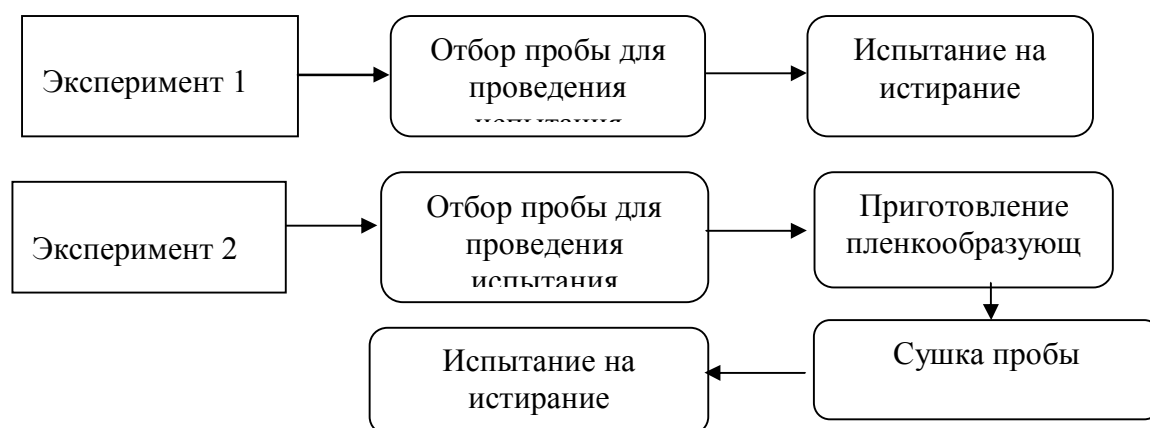


Рис. 1 – Схема проведения экспериментов

Результаты проведения экспериментального научного исследования по дроблению и истиранию неагломерованных окатышей приведены на рисунке 2.

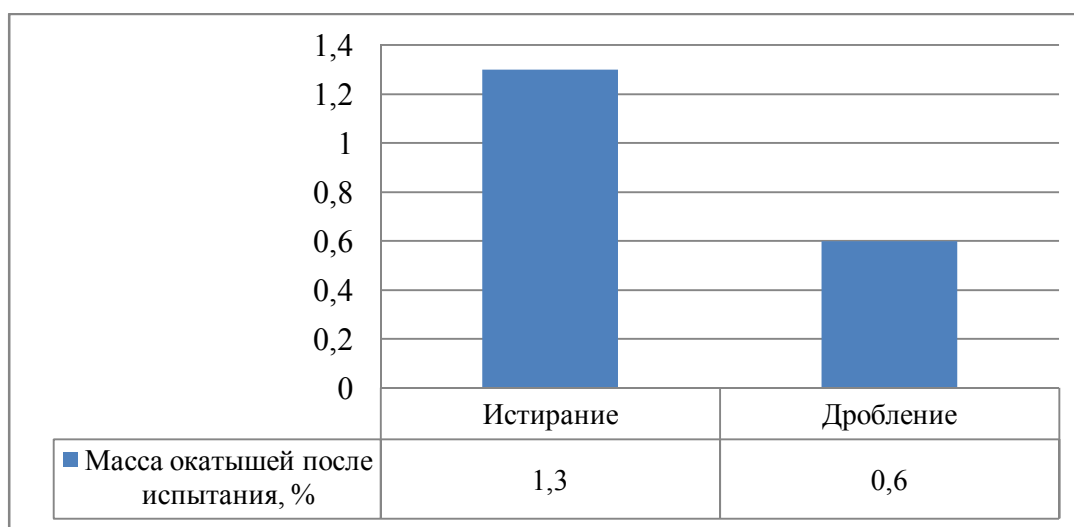


Рис. 2 – Результаты эксперимента на определение прочностных характеристик окатышей

По итогам проведенных испытаний неофлюсованных окатышей на истирание было определено, что средний расчет массы пыли (фракция -0,5 мм) составил 1,3% от веса пробы, а дробления 0,6%, то есть при движении окатышей происходит большее истирание, чем дробление.

Выбор наиболее эффективного покрытия

Одним из наиболее эффективных технологических путей повышения качества окатышей и механизмов является нанесение на поверхность окатышей покрытия [40].

Приготовление суспензии в лабораторных условиях производят путем загрузки основного компонента защитного покрытия в емкость с водой, далее перемешивают до образования однородной массы. На поверхность окатышей разбрызгивается суспензия.

Согласно результатам проделанных экспериментов по определению истирания и дробления покрытых окатышей, ниже представлена гистограмма, анализируя которую можно сделать вывод о более оптимальном покрытии (рис. 3).

Таким образом, по итогам проведенных экспериментов наиболее эффективным является защитное покрытие - дисперсия поливинилацетата в воде в соотношении 1/2, которое лучше защищает от истирания, чем в соотношении 1/3.

Интересным фактом является и то, что при увеличении процентного соотношения воды в ПВА, увеличивается стойкость к истиранию окатышей.

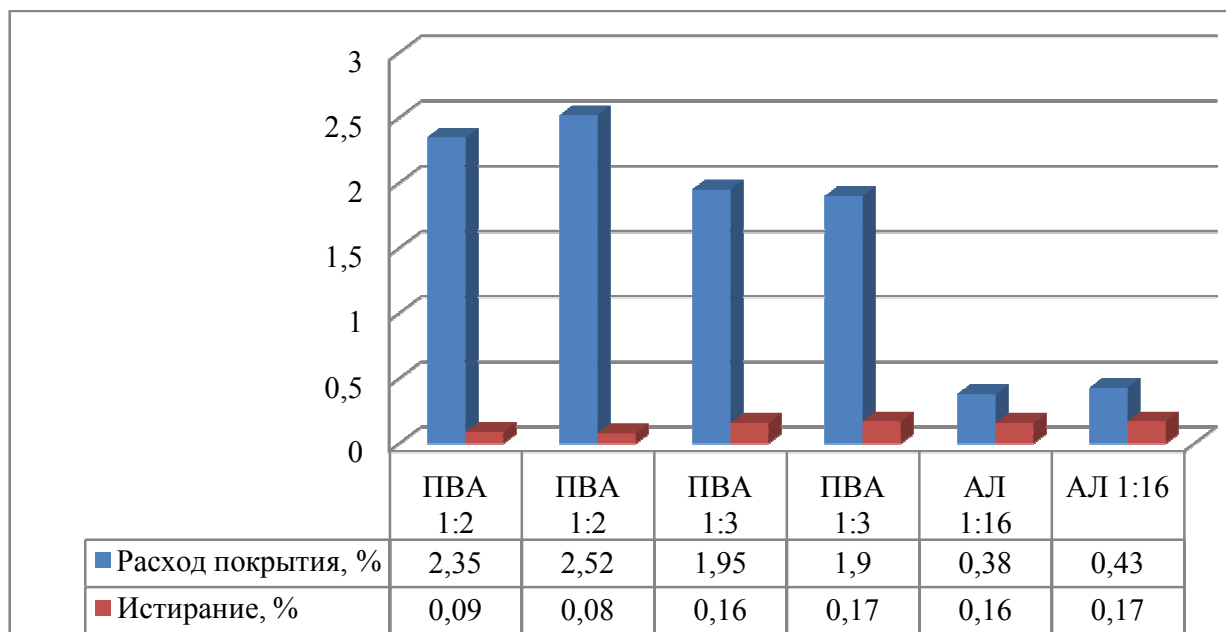


Рис. 3 – Расход покрытий и результаты на истирание окатышей при использовании различных суспензий для покрытий

Видимо, это связано с тем, что более жидкий раствор ПВА, но до определенной степени, лучше впитывается и тщательней распыляется при покрытии окатышей.

Синтетический Латекс для защитного покрытия использовать нет смысла, исходя из экономических соображений.

На рисунке 4 представлены результаты испытания окатышей с покрытием и без покрытия по результатам, полученных в экспериментах.

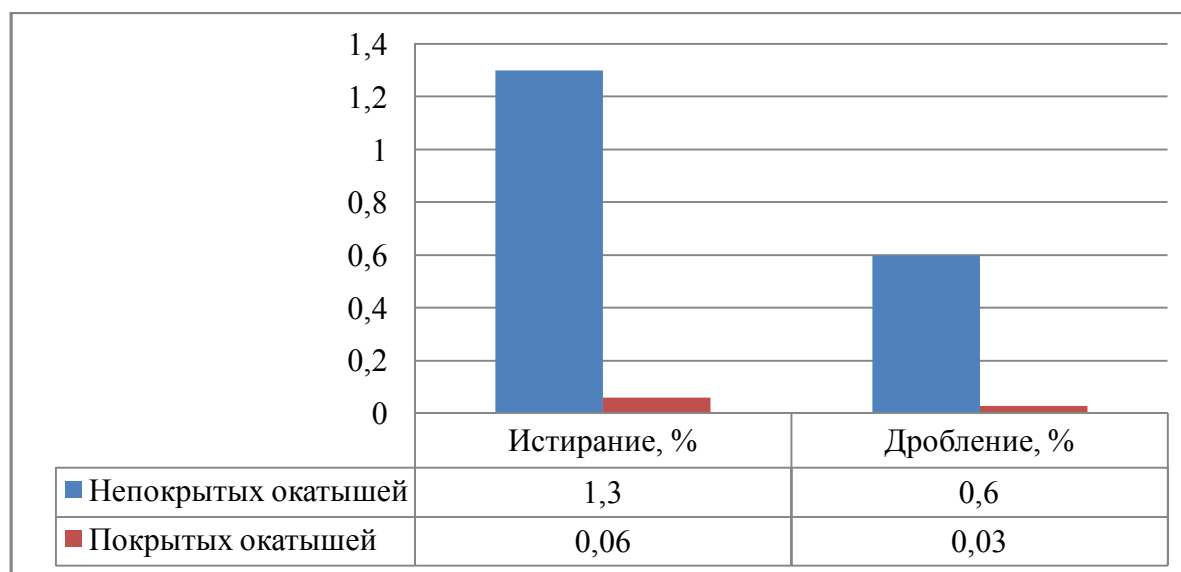


Рис. 4 – Результаты испытания

Результаты эксперимента с покрытием поливинилацетата показали, что процент

истирания составил 0,06, а непокрытых-1,3%, процент дробления 0,03, непокрытых 0,6%. После нанесения покрытия прочность окатышей увеличилась на 1,81%.

В ходе проведенного экспериментального научного исследования было выяснено, что применение покрытий позволило увеличить прочностные характеристики окатышей.

В результате проведенных экспериментов было определено более эффективное защитное покрытие – поливинилацетатное. Главная особенность применения покрытия является его краткосрочность, что являлось обязательным условием при выборе составляющих покрытия. Благодаря небольшой концентрации покрытия в составе суспензии 0,503 кг/ тонну (2,52 %), остальное вода, влияние на металлургические свойства неофлюсованных окатышей наносимая суспензия оказывает незначительное.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Логачев, И.Н. Аэродинамические основы аспирации: Монография / И.Н.Логачев, К.И.Логачев. – Санкт-Петербург: Химиздат, 2005. – 659с.
2. Савельев, С.Г. Современное состояние и перспективы развития производства железорудных окатышей / С.Г. Савельев, Г.В. Губин, Я.А. Стойкова // Сталь. – 2013.– №8.– С. 2–6.
3. Усольцев, Д.Ю. Влияние состава и расхода комплексного связующего на металлургические свойства окатышей ОАО «Михайловский ГОК» / Д.Ю. Усольцев // Сталь. – 2003. – №9. С. 35–38.
4. Максанова, Л.А., Полимерные соединения и их применение: Учебное пособие/ Л.А.Максанова, О.Ж.Аюрова.-Упан-Удэ: изд.ВСГТУ, 2004- с.178



## МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАХТНОЙ ВАГОНЕТКИ ВГ-4,5 С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Терехин Е.П.<sup>1</sup>, Жихарев А.В.<sup>2</sup>, Хужамуратов А.Б.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

в г. Губкин, Белгородской области, Россия

<sup>2</sup> АО «Комбинат КМАруда», Россия, г. Губкин

тел.: +7(910) 369-75-33, teryekhin50@mail.ru

**Аннотация.** На АО «Комбинат КМАруда» электровозная рельсовая откатка руды от добычных камер до дробильно-перегрузочных пунктов на горизонте минус 125 метров шахты им. Губкина осуществляется посредством шахтных вагонеток ВГ-4,5. Прикладные исследования по повышению эффективности рельсовой откатки руды показывают, что глубокая модернизация вагонеток ВГ-4,5 за счет конструктивного увеличения объема кузова с применением 3Д-моделирования обеспечит увеличение производительности транспортирования с годовым экономическим эффектом в 18,6 млн. рублей.

**Ключевые слова:** шахта; откатка руды; вагонетка; объем кузова; 3Д-моделирование.

## MODERNIZATION OF MINING CAR VG-4.5 USING MODERN DESIGN METHODS

Teryekhin E. P.<sup>1</sup>, Zhiharev A. V.<sup>2</sup>, Huzhamuratov A.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Branch of FSAOU VPO "National Research Technology University "MISiS" in Gubkin,

Russia, Gubkin

<sup>2</sup> JSC "KMAruda", Russia, Gubkin

teryekhin50@mail.ru, tel.: +7(910) 369-75-33

**Annotation.** At Kombinat KMAruda JSC, electric locomotive rail haulage of ore from pre-conventional chambers to crushing and transfer points on the horizon minus 125 meters of the mine named after Gubkin is carried out by means of mine cars VG-4.5. Applied studies to improve the efficiency of rail haulage of ore show that a deep modernization of VG-4.5 trolleys by constructively increasing the volume of the body using 3D modeling will provide an increase in transportation productivity with an annual economic effect of 18.6 million rubles.

**Keywords:** mine; ore rolling; trolley; body volume; 3D modeling.

АО «Комбинат КМАруда» при разработке железорудного месторождения подземным способом в объеме более 5 млн. т в год по сырой руде производит ее электровозную

рельсовую откатку от добычных камер до дробильно-перегрузочных пунктов на горизонте минус 125 метров шахты им. Губкина посредством шахтных вагонеток ВГ-4,5.

В процессе многолетней эксплуатации было выявлено несоответствие паспортного объема чаши кузова и массы порожних вагонеток ВГ-4,5 – реальным, что мешало планированию грузоперевозок в шахте и расчету необходимого парка рельсовых транспортных машин.

Сегодня для проектирования используется программное обеспечение, которое позволяет создавать трехмерную масштабную модель исследуемого объекта. С помощью систем автоматизированного проектирования было принято решение создать трехмерную масштабную модель и перепроверить реальный объем и массу используемой в настоящее время вагонетки ВГ-4,5.

Трехмерное моделирование (рис.1) объемного пространства вагонетки показало, что фактический объем кузова составил  $4,26 \text{ м}^3$ , что значительно отличается от заявленного объема в  $4,5 \text{ м}^3$ . ГОСТ Р 55727-2013 [1] предполагает снижение объема вагонетки ВГ-4,5 исходя из допуска  $4,5 \pm 0,22$ , но фактический объем меньше, нижнего допустимого значения в  $4,28 \text{ м}^3$ .

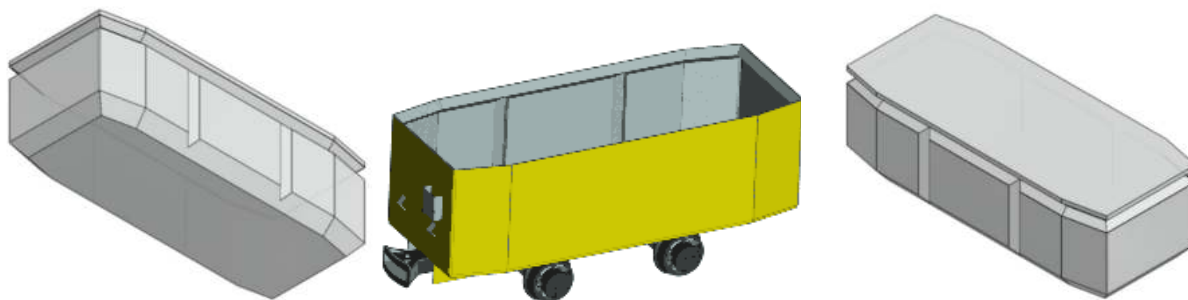


Рис. 1 – Модели вагонетки ВГ-4,5 и ее внутреннего объема

Кроме того, в результате моделирования узлов и деталей вагонетки, выявлено несоответствие масс элементов. По факту получается, что вагонетка весит примерно на 314 кг меньше, чем по паспорту.

Полученные из трехмерной модели значения были перепроверены и подтверждены многократным взвешиванием на промышленных весах доказывая, что по факту в вагонетке руды перевозится меньше, чем предполагается.

На основе полученной информации была поставлена задача увеличения производительности электровозной рельсовой откатки путем внедрения вагонеток с увеличенным объемом кузова.

Цели и задачи исследования.

Целью исследования является увеличение производительности электровозной

рельсовой откатки путем использования вагонеток с большим объемом кузова. Для достижения цели необходимо решить ряд задач:

- рассмотреть возможность использования современных вагонеток с большим объемом кузова, вписывающихся в существующую схему откатки;
- в случае отсутствия такой техники произвести глубокую модернизацию вагонетки ВГ-4,5;
- определить экономический эффект от внедрения предложения.

Для увеличения эффективности рельсовой откатки руды на шахте был проведен обзор современных конструкций вагонеток с глухим кузовом [2,3]. Привлекает внимание конструкция вагонетки ВГ-5М компании «КАНЕКС» (рис.2) с большим объемом кузова и закругленными углами, усиленной рамой и опорами колесных пар, надежным буферно-сцепным устройством. Вагонетка ВГ-5М имеет такие же габаритные размеры в плане, как и вагонетка ВГ-4,5, а увеличение объема достигнуто за счёт размещения кармана фонаря внутри чаши кузова, а также за счёт снижения с 50 до 20 мм зазора между дном вагонетки и ребордой колёса.

Заявленный теоретический объём чаши кузова в  $4,98 \text{ м}^3$  вызывал сомнения, поэтому с помощью программного обеспечения для 3Д-моделирования была построена модель внутреннего пространства, как это было сделано для вагонетки ВГ-4,5. Результаты построения по размерам из технической характеристики подтвердили несоответствие внутреннего объема вагонетки ВГ-5М заявленному. Полученные данные говорят о том, что реальный объем вагонетки меньше заявленного и составляет  $4,78 \text{ м}^3$ .

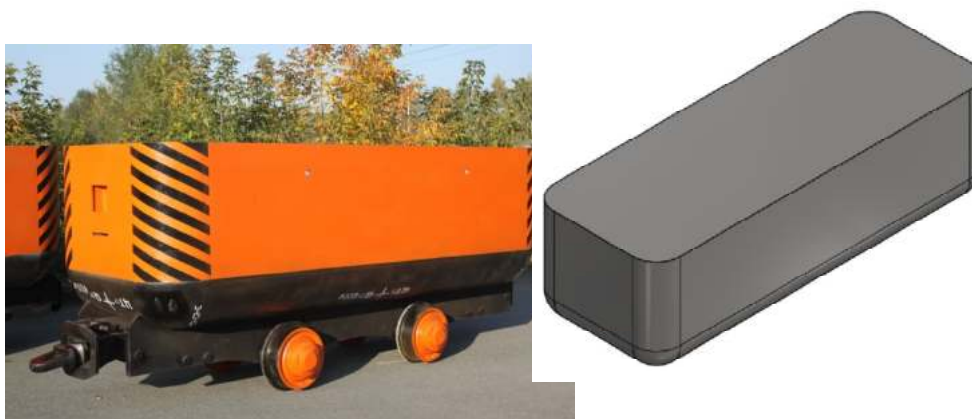


Рис. 2 – Вагонетка ВГ-5М и модель ее внутреннего объема

Таким образом, пятикубовая вагонетка новой конструкции ВГ-5М при значительной цене изделия тоже имеет заниженный объем кузова, что послужило причиной рассмотрения варианта глубокой модернизации вагонетки ВГ-4,5 с целью увеличения полезного объема

чаши кузова и изготовления вагонеток в РМЦАО «Комбинат КМАруда» с применением типовых узлов. На данный момент весь парк вагонеток ВГ-4,5 ремонтируются силами РМЦ по документации 20-летней давности.

После изучения чертежей самой вагонетки и кругового опрокидывателя, была разработана новая конструкция транспортного средства с модернизацией рамы и кузова, при этом буферное устройство, колесная пара и траверса остались без изменений. Увеличивая габаритные размеры кузова вагонетки ВГ-4,5М, а именно, добавляя в длину 100 мм и опуская дно вагонетки на 50 мм, можно достичь полезного объема вагонетки в  $4,66 \text{ м}^3$ , что подтверждает трехмерная модель, созданная в соответствующем программном обеспечении для 3Д-моделирования (рис. 3).

Проверочные расчеты показали, что колесная пара, которая применяется на вагонетке ВГ-4,5, выдерживает увеличение нагрузок и может использоваться на модернизированной вагонетке ВГ-4,5М без изменений с многократным запасом прочности.

Троекратный запас прочности обеспечивает и конструкция рамы вагонетки, которая может воспринимать динамические нагрузки от падения с высоты крупногабаритных кусков кварцита при ее наполнении.

Долговечность рудничных вагонеток обеспечивается мероприятиями при их проектировании, изготовлении и эксплуатации, к главным из которых относятся: прогнозирование и учет всех возможных нормальных эксплуатационных нагрузок на конструктивные элементы вагонетки; изготовление кузова из низколегированных сталей; эффективность очистки вагонеток; футеровка внутренней поверхности днища и бортов износостойкими материалами; качественное окрашивание (все мероприятия не должны повышать коэффициент тары). На предприятиях долговечность вагонеток и их эксплуатация при нормативных значениях коэффициентов сопротивления движению обеспечивается учетом пробега, регулярной ревизией и смазкой ходовой части, очисткой внутренней поверхности кузовов от налипшего груза, неуклонном соблюдении правил эксплуатации [1,4,5]. При глубокой модернизации вагонетки ВГ-4 учитывались все эти мероприятия.

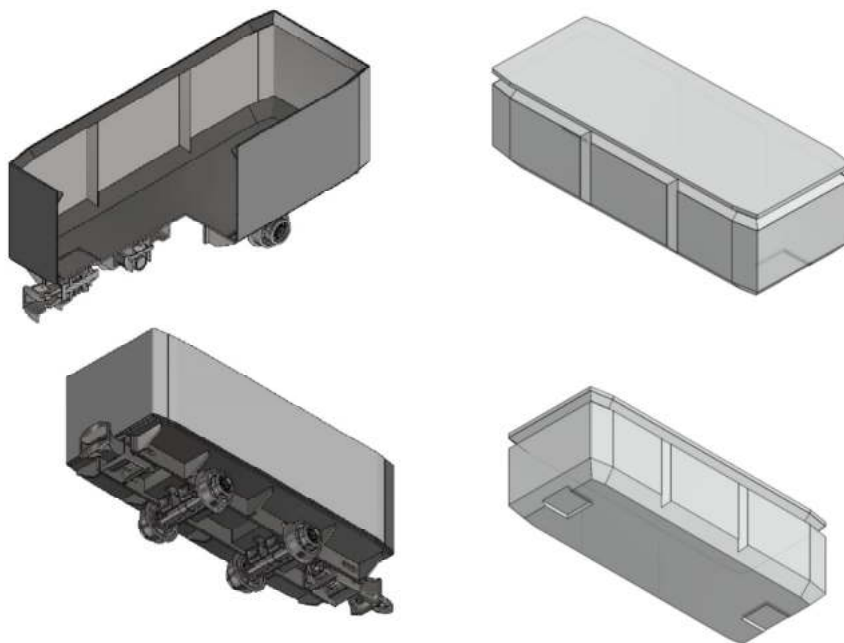


Рисунок 3 – Модели вагонетки ВГ-4,5М и ее внутреннего объема

В условиях РМЦ АО «Комбинат КМАруда» каждый месяц ремонтируется в среднем 16 вагонеток ВГ-4,5 и вполне реально изготавливать параллельно новые кузова и рамы для новых ВГ-4,5М с последующим комплектованием их колесными парами, траверсами и буферными устройствами. В первый год можно произвести 30 модернизированных вагонеток ВГ-4,5М не снижая объема основных ремонтных работ.

В таблице представлено технико-экономическое обоснование проекта модернизации подвижного состава.

Таблица 1 – Технико-экономическое обоснование

Наименование показателя	Един. изм.	Базовый вариант	Предлагаемый вариант
Откатка составами из вагонеток		ВГ-4,5	ВГ-4,5М
Количество разгруженных вагонеток в сутки	шт	360	360
Количество вагонеток в составе	шт	10	10
Количество составов	шт	3	3
Масса порожней вагонетки	т	4,1	4,2
Объем вагонетки фактический	м <sup>3</sup>	4,26	4,66
Масса груза в вагонетке	т	6,56	7,2
Коэффициент загрузки вагонетки		0,7	0,7
Насыпной вес руды	т/м <sup>3</sup>	2,2	2,2
Масса груженой вагонетки	т	10,66	11,4
Количество перевозимой руды в год	т	746 266	816 797
Количество произведенного концентрата железорудного в год	т	298 506	326 719
Инвестиции на изготовление 30 вагонеток	руб.	0	8 910 000

Затраты на модернизацию (изготовление) одной вагонетки, без НДС	руб.	0	297 000
Увеличение затрат на электроэнергию для 3-х составов в год	руб.	0	97 549
Прибыль за реализацию 1т концентрата железорудного	руб.	980	980
Годовая прибыль за реализацию концентрата	руб.	292 535 880	320 184 620
Итоговая годовая прибыль	руб.	292 535 880	311 177 071
Годовой экономический эффект от внедрения предложения	руб.	<b>18 641 191</b>	

Прикладные исследования по повышению эффективности рельсовой откатки руды показывают, что глубокая модернизация вагонеток ВГ-4,5 обеспечит увеличение производительности транспортирования с годовым экономическим эффектом в 18,6 млн. рублей от внедрения первых 30 единиц подвижного состава. Окупаемость инвестиций на изготовление 30 модернизированных вагонеток ВГ-4,5М составит всего 6 месяцев.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55727-2013. Оборудование горно-шахтное. Вагонетки грузовые шахтные. Общие технические требования и методы испытаний. [Текст], - Введен впервые 2014-09-01. - М: «Стандартинформ» [2014], - 18 с.

2. Боговик С.О., Иванов А.В. Тенденции и перспективы развития российского рынка рудничного рельсового транспорта // Горная Промышленность. [Текст] - 2019. - № 6. - 12-15 с. DOI: <http://dx.doi.org/10.30686/1609-9192-2019-6-148-12-15>

3. Шахтный подземный транспорт : справ. изд. : в 2 т. Т. 1 : Шахтный локомотивный и рельсовый транспорт / Ю. Ф. Бутт, В. Б. Грядущий, В. Л. Дебелый, др ; под общ. ред. Б. А. Грядущего. – 3-е изд., перераб. и доп. – Донецк: [б. и.], 2013. – 480 с.

4. Подколзин А. А. Повышение эффективности очистки вагонеток внутришахтного транспорта // Труды НИ РХТУ им. Д. И. Менделеева. — Т. 12 из Инженерная механика, материаловедение и надёжность оборудования, — Новомосковский институт РХТУ им. Д.И. Менделеева Новомосковск, 2018. — С. 12–16.

5. Насибуллина Т.В., Новиков А.В., Паневников К.В., Писарев И.В. Рудник – позиционирование и мониторинг транспортных средств. Горная промышленность. 2020;(1):127-131. DOI: 10.30686/1609-9192-2020-1-127-131. Источники: <https://mining-media.ru/ru/article/newtech/15537-rudnik-pozitsionirovanie-i-monitoring-transportnykh-sredstv>

## ОЦЕНКА ПУТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Афанасьева Г.Е**

*Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»*

*в г. Губкине Белгородской области, Россия*

*309186 Белгородская обл., г. Губкин, ул. Победы, д. 48, кв. 22, тел.: 89056797778*

*afanage@mail.ru*

***Аннотация.** В статье рассмотрены и систематизированы преимущества и недостатки путей улучшения качества окружающей среды и ресурсосбережения горного производства, позволяющие выбрать оптимальный эколого-экономический вариант.*

**Ключевые слова:** ресурсосбережение; качество окружающей среды; рыночные отношения; экономическая целесообразность; сопоставление затрат.

## ASSESSMENT OF WAYS TO IMPROVE THE QUALITY OF THE ENVIRONMENT AND RESOURCE SAVING OF MINING PRODUCTION

**Afanasyeva G.E.**

*Branch of FGAOU VO "National Research Technological University" MISiS "in Gubkin, Belgorod Region, Russia*

*309186 Belgorod region, Gubkin, st. Victory, d. 48, sq. 22, phone: 89056797778*

*afanage@mail.ru*

***Annotation.** The article considers and systematizes the advantages and disadvantages of ways to improve the quality of the environment and resource saving of mining, allowing you to choose the optimal environmental-economic option.*

**Keywords:** resource conservation; environmental quality; market relations; economic feasibility; cost comparison.

Каждое современное горное производство сопровождается истощением природных ресурсов, нарушением и загрязнением окружающей среды. В условиях рыночных отношений главным принципом развития и совершенствование производства должен стать рост производства конечной продукции и снижение загрязнения окружающей среды, а также уменьшение объёмов природных ресурсов при производстве продукции. Большим резервом уменьшения нагрузки на окружающую среду является комплексная переработка и

утилизация всех компонентов добываемого сырья, сокращение потерь ресурсов, повышение степени извлекаемости полезных ископаемых из недр, совершенствование структуры потребления готового продукта. Однако новые способы производства требуют значительных затрат на их разработку и применение.

Критерием экономической целесообразности внедрения достижений научно-технического прогресса является сопоставление затрат на проведение природоохранных мероприятий с приростом объёмов производства и снижение ущерба окружающей природной среде. Практическое определение ущербов и эффективности природоохранных мероприятий – очень сложная задача, решить которую можно, проанализировав и оценив возможные пути улучшения качества окружающей среды и ресурсосбережения.

В условиях рынка для предотвращения загрязнения и снижения неоправданных потерь ресурсов и количества отходов требуется правительственное вмешательство, которое может осуществляться по следующим четырем направлениям:

1. Объявить вне закона наносящую ущерб деятельность, т. е:

- принимать и ужесточать законы, устанавливающие нормы загрязнения, регулирующие наносящие ущерб виды деятельности и требующие сбережения некоторых видов ресурсов.

2. Облагать налогом наносящие ущерб виды деятельности, т. е:

- взимать налог за любое загрязнение атмосферы или водных ресурсов, а также за неоправданный расход ресурсов.

3. Продавать на рынке права на загрязнение и использование ресурсов, т. е:

- продавать права, дающие разрешение на деятельность, которая может загрязнить окружающую среду до расчетного оптимального уровня;

- продавать права на добычу некоторого количества ресурсов на общественных землях или на использование ресурсов, находящихся в общественной собственности.

4. Поощрять деятельность, приносящую пользу, т. е.

Использовать налоговые поступления для выплаты субсидий предприятиям, которые устанавливают очистные сооружения и сокращают неоправданное использование ресурсов за счет рециркуляции, повторного использования ресурсов и разработки более эффективных технологических процессов и оборудования.

В таблице систематизированы преимущества и недостатки этих четырех подходов, которые могут использоваться в условиях рынка для контроля за загрязнением окружающей природной среды и для снижения темпов истощения ресурсов и деградации природы [1-3].



Таблица 1 – Оценка путей улучшения качества окружающей среды и сбережение ресурсов

Направления	Преимущества	Недостатки
Прямое правительственное регулирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>- позволяет удерживать загрязнение и неоправданное использование ресурсов ниже определенного уровня;</li> <li>- трансформирует некоторые внешние издержки;</li> <li>- устанавливает одинаковые для всей страны нормы выбросов загрязнителей и вторичной переработки ресурсов, что препятствует перемещению источников загрязнения в те части страны, где действуют более низкие стандарты;</li> <li>- предоставляет фирмам свободу самим решать, каким образом лучше всего добиться соответствия стандартам;</li> <li>- поощряет новшества и разработку новых технологий для борьбы с загрязнением и неоправданными потерями ресурсов;</li> <li>- это единственно эффективный путь установления контроля за расточительным расходованием ресурсов и выбросами в атмосферу загрязнителей</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- введение единых стандартов для всех источников загрязнения приводит к трансформации лишь части внешних издержек;</li> <li>- не принимает во внимание различную способность отдельных местностей или регионов снижать содержание некоторых загрязнителей в окружающей среде;</li> <li>- требование, чтобы все предприниматели использовали одну и ту же технологию контроля, не стимулирует разработку лучших и более дешевых технологий контроля за загрязнением и сбережением ресурсов;</li> <li>- может вынудить мелких предпринимателей, не имеющих средств для установки новейшего оборудования, закрыть предприятие;</li> <li>- имеет тенденцию устанавливать производные, а не оптимальные стандарты;</li> <li>- является несправедливой мерой, так как тот, кто загрязняет, не платит за нанесенный ущерб</li> </ul>
Налоги за выбросы загрязняющих веществ и использование ресурсов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- трансформируют внешние издержки, если расходы близки к расчетным внешним издержкам;</li> <li>- поощряют предпринимателей снижать загрязнение до оптимального уровня и более эффективно использовать ресурсы;</li> <li>- обеспечивают налоговые поступления вместо того, чтобы заставлять налогоплательщиков оплачивать внешние издержки;</li> <li>- являются справедливой мерой, так как вынуждают платить того, кто загрязняет окружающую среду</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- подразумевает ряд попыток и ошибок, прежде чем будут найдены оптимальные размеры налогов;</li> <li>- инфляция может привести к увеличению загрязнения и неоправданным потерям ресурсов, если налоги не будут автоматически увеличиваться в процессе инфляции</li> </ul>
Права на	- поощряют предпринимателей	- необходимы повсеместный

загрязнение и использование ресурсов	<p>снижать загрязнение до оптимального уровня и более эффективно расходовать ресурсы;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сторонники охраны окружающей среды и защитники природы могут купить себе права и сохранить их за собой в интересах защиты уязвимых районов;</li> <li>- обеспечивают налоговые поступления вместо того, чтобы заставлять налогоплательщиков оплачивать внешние издержки;</li> <li>- инфляция автоматически поднимает цену на права и препятствует росту загрязнения и увеличению количества отходов</li> </ul>	<p>мониторинг и принуждение для того, чтобы убедиться в том, что те, кто не приобрел права, не загрязняют окружающую среду и эффективно используют ресурсы</p>
Экономические стимулы	<ul style="list-style-type: none"> <li>- снижают издержки производства и могут принести более высокие доходы;</li> <li>- понижают цены на товары и улучшают их конкурентоспособность на мировом рынке.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мало что делается для трансформации внешних издержек;</li> <li>- предприниматели предпочитают добиваться и получать от правительства субсидии для расширения своего производства вместо того, чтобы бережно относиться к ресурсам и совершенствовать контроль за загрязнением;</li> <li>- налоговые поступления тратятся, а не накапливаются;</li> <li>- субсидии часто предоставляются тем, у кого больше влияния;</li> <li>- трудно отказать в предоставлении субсидий, когда в них больше нет необходимости;</li> <li>- поступающие от налогов средства не используются в других целях</li> </ul>

Очень часто при решении ресурсных и экологических проблем приходится действовать сразу по нескольким или даже по всем 4 перечисленным выше направлениям.

Первые три из них предполагают, что за все платит тот, кто загрязняет природу и расточительно использует ресурсы. Они предусматривают трансформацию внешних

издержек, связанных с загрязнением или расточительным использованием ресурсов, во внутренние издержки

Многие экономисты предпочитают меры, относящиеся ко второму и третьему из перечисленных методов, так как в целях контроля за загрязнением и использованием ресурсов они опираются на рынок и создают лучшие условия для трансформации внешних издержек во внутренние.

Согласно четвертому направлению, за все платит налогоплательщик, практически ничего не делается для трансформации внешних издержек во внутренние. Он ведет к более высокому по сравнению с оптимальным уровнем загрязнению и более расточительному использованию ресурсов. Этот подход больше других предпочитают предприятия, загрязняющие природу и допускающие неоправданные потери ресурсов, так как налогоплательщики вынуждены им платить за то, чтобы они не загрязняли среду и более эффективно расходовали ресурсы.

Использование всех четырех подходов лимитируется отсутствием полной и достоверной информации о краткосрочных и долгосрочных последствиях тех или иных загрязнителей. Для получения более точной информации о качестве окружающей среды, истощении ресурсов и деградации природы необходимо большое внимание уделять научно-исследовательским работам и мониторингу окружающей среды.

Горнопромышленная экономика в ее современном виде не является устойчивой, так как основывается на истощении и разрушении природных ресурсов. Необходим переход к устойчивой экономике, которая использует экономические и политические системы для поощрения полезной деятельности и ограничения деятельности, наносящей ущерб, с тем, чтобы не перегрузить и не разрушить системы жизнеобеспечения в настоящее время и в будущем.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Голик В.И. Охрана окружающей среды. Учеб. пособие для вузов/ В.И. Голик, В.И. Комащенко, К. Дребенштедт. – М.: Высш. шк., 2007. – 270 с.
2. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. Ч.III: Пер англ. / Под ред. Ягодина Г.А. – М.: Международное издательство «Галактика», 1996. - 400 с.
3. Андреева Т.А. Экология в вопросах и ответах: учеб. пособие. - ТК Велби, Изд-во Проспект, 2006. - 184с.

## СОВРЕМЕННЫЙ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Козырев П.И., Азаров Р.С.**

*Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»*

*в г. Губкин, Белгородской области, Россия*

*тел.: 8-951-764-35-48, cozirow.p@yandex.ru, Rom4ik\_A@rambler.ru*

***Аннотация.** Внедрение систем электропривода с частотным регулированием является одним из важных направлений на предприятиях горного производства, так как на сегодняшний день большинство электроприводов в технологическом режиме составляют нерегулируемые приводы с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором. При этом не требуется замена стандартного электродвигателя, что очень важно при оснащении электроприводов преобразователями частоты. Применение частотно-регулируемого электропривода позволяет повысить технико-экономические показатели предприятия за счет увеличения ресурса работы электрического и механического оборудования, в том числе электродвигателей, в результате плавности регулирования, отсутствия пусковых токов повышенной кратности и механических ударных нагрузок. Также уменьшаются капитальные затраты на все виды ремонтов.*

**Ключевые слова:** Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором; частотно-регулируемый электропривод; преобразователь частоты; автономный инвертор напряжения; широтно-импульсная модуляция.

## MODERN FREQUENCY-CONTROLLED ELECTRIC DRIVE AND ITS APPLICATION IN MINING ENTERPRISES

**Kozyrev P.I., Azarov R.S.**

*VO FGAOU branch "National University of Science and Technology "MISIS" in Gubkin of the Belgorod region, Russia*

*tel.: 8-951-764-35-48, cozirow.p@yandex.ru, Rom4ik\_A@rambler.ru*

***Annotation.** Usage of frequency-controlled electric drive systems is one of the important solutions at mining enterprises, because nowadays most electric drives in technological processes of enterprises used unregulated drives with asynchronous short-circuited motors. Usage of frequency-controlled electric drive systems does not require replacement of the standard electric motor, which is very important while equipping electric drives with frequency converters. The use of a frequency-controlled electric drive makes it possible to increase the technical and economic*

*indicators of the enterprise by increasing the service intervals of electrical and mechanical equipment, including electric motors. As a result of smooth regulation, the absence of inrush currents of increased frequency and mechanical shock loads is provided. Also, capital costs for all types of repairs will be reduced.*

**Keywords:** Asynchronous short-circuited motor; variable frequency drive; frequency converter; autonomous voltage inverter; pulse width modulation.

В современном электроприводе наиболее быстро и динамично развивающееся направление – это асинхронный электропривод с частотным регулированием. Развитие асинхронного электропривода и вытеснение им других типов управляемых электроприводов, в первую очередь, связано с высокими эксплуатационными свойствами асинхронного электродвигателя.

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором в настоящее время составляют основную долю всех промышленных электроприводов. Такое распространение асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором получили благодаря существенным преимуществам ( по сравнению, например, с двигателями постоянного тока или асинхронными двигателями с фазным ротором): простоте конструкции, высокой надежности, простейшим требованиям к уходу, отсутствию нормально искрящих частей, что облегчает их изготовление во взрывозащищенном исполнении и применении в горной промышленности. Эти двигатели являются наиболее дешевыми при минимальных массогабаритных показателях.

Главными недостатками асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором являются большой пусковой ток, который 5 -7 раз может превышать номинальный ток двигателя и большие трудности по регулированию частоты вращения электродвигателя.

Применение частотного регулирования асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором позволяет устранить вышеперечисленные недостатки. В настоящее время частотно-регулируемые электроприводы переменного тока, по единодушному мнению специалистов, не уступают электроприводам постоянного тока, а по некоторым показателям статических и динамических характеристик и превосходят его. Такое положение стало возможным благодаря успехам, достигнутым в последние десятилетия в области создания мощных запираемых полупроводниковых приборов с высокими динамическими параметрами и быстродействующих микропроцессорных средств управления.

В истории развития и промышленного использования частотно-регулируемого асинхронного электропривода можно выделить три этапа. Первый из этих этапов приходится, в основном, на 70-е годы и основывается на использовании в преобразователях частоты тиристоров с улучшенными динамическими свойствами. В системе управления на

этом этапе использовались простые алгоритмы управления, не обеспечивающие высоких статических и динамических характеристик электропривода, и по большинству показателей такой электропривод заметно уступал электроприводу постоянного тока.

Основу второго этапа, начавшегося в 80-е годы, составили запираемые силовые полупроводниковые приборы (тиристоры GTO и мощные биполярные транзисторы), микропроцессорные средства и более совершенные алгоритмы управления. Это приблизило массогабаритные показатели и характеристики асинхронных электроприводов к соответствующим параметрам приводов постоянного тока.

Начало третьего этапа характеризуется использованием новых типов силовых транзисторов (IGBT), новых алгоритмов функционирования систем управления и систем автоматического регулирования электропривода, а также новых аппаратных средств их реализации.

Основной закон управления асинхронным двигателем в частотном режиме был сформирован еще в тридцатые годы академиком Костенко. Реализовать данный закон удалось гораздо позже, когда появились мощные тиристоры, но совершенствование и дальнейшее развитие асинхронного электропривода связано с силовыми транзисторными схемами преобразователей частоты. Преобразователь частоты это электронное устройство для плавного регулирования скорости вращения вала асинхронного двигателя. В простейшем случае частотного регулирования управление скоростью вращения вала осуществляется с помощью изменения частоты и амплитуды трехфазного напряжения питания двигателя. Это так называемое скалярное управление. Скалярное управление находит широкое применение для большинства производственных машин и механизмов (насосы, вентиляторы, конвейеры, компрессоры), где требуется небольшой диапазон и невысокая точность регулирования (до 1:20), относительно низкое быстродействие, а также в групповом приводе, где от одного преобразователя питаются несколько двигателей.

Более совершенным является векторное управление. При векторном регулировании, в отличие от скалярного, управление скоростью вращения двигателя осуществляется с помощью регулирования амплитуды и фазы вектора поля двигателя. Такое управление является наиболее точным в динамике и статике, а также более экономичным. Преимущества векторного управления по отношению к скалярному:

- точная обработка скорости с компенсацией скольжения;
- глубокий диапазон регулирования;
- в области малых частот двигатель работает плавно и сохраняет момент вплоть до нулевой скорости;

- быстрая реакция на скачки нагрузки, и при этом не происходит скачков скорости, вследствие высокой динамики регулирования;
- оптимизация КПД двигателя на низких частотах;
- оптимизация режима работы двигателя и снижение потерь за счет регулирования тока намагничивания.

Частотно-регулируемый электропривод состоит из приводного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и преобразователя частоты с промежуточным звеном постоянного тока. Практически во всех современных частотно-регулируемых электроприводах используется преобразователь частоты со звеном постоянного тока, построенный по схеме выпрямитель – инвертор с двукратным преобразованием электрической энергии (рис.1)

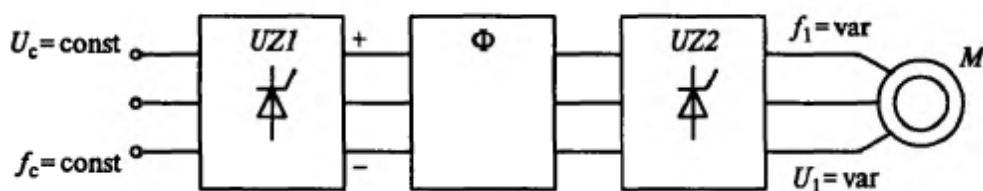


Рис. 1 – Схема электропривода с преобразователем частоты с промежуточной цепью постоянного тока.

Переменное напряжение промышленной частоты сначала выпрямляется посредством регулируемого или нерегулируемого выпрямителя UZ1, а затем подается на автономный инвертор, преобразующий постоянное напряжение в напряжение регулируемой частоты и значения. В инверторах напряжения в качестве первого звена используется неуправляемый выпрямитель, а регулирование напряжения осуществляется инвертором UZ2 методом широтно-импульсной модуляции. Важным узлом преобразователя с промежуточным звеном постоянного тока является фильтр  $\Phi$ . Этот фильтр выполняет две функции: сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, также осуществляет накопление и отдачу энергии, что необходимо для обеспечения циркуляции реактивной мощности между обмотками асинхронного двигателя и фильтром. Поскольку на входе преобразователя установлен полупроводниковый выпрямитель, то циркуляция реактивной мощности между асинхронным двигателем и сетью невозможна.

В настоящее время большинство преобразователей частоты изготавливают по схеме автономного инвертора напряжения. Это связано с появлением полностью управляемых силовых полупроводниковых приборов: IGBT – транзисторов и запираемых тиристоров. Типичная схема электропривода с инвертором напряжения на полностью управляемых приборах дана на рис.2.

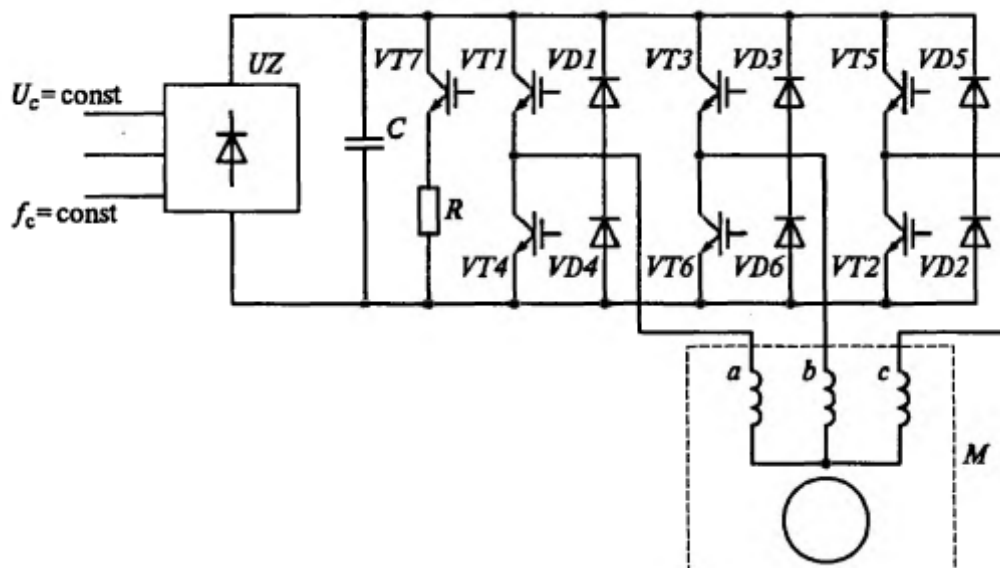


Рис. 2 – Схема частотного асинхронного электропривода с транзисторным инвертором напряжения

Схемной особенностью инверторов напряжения является наличие обратных диодов VD1...VD6 и фильтрового конденсатора С. Для улучшения спектра выходного напряжения инвертора используют широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) на несущей частоте несколько кГц. Это смещает гармоники напряжения, обусловленные регулированием, в область более высоких частот (рис.3а), что облегчает их фильтрацию в нагрузке. Дальнейшее улучшение спектра выходного напряжения инвертора обеспечивается при модуляции длительности импульсов по синусоидальному закону, для однополярной (рис.3б) и двухполярной (рис.3в) ШИМ. Для реализации данного способа формирования выходного напряжения инвертора необходимо применение вентилей с полным управлением (транзисторов, ГТО-тиристоров).



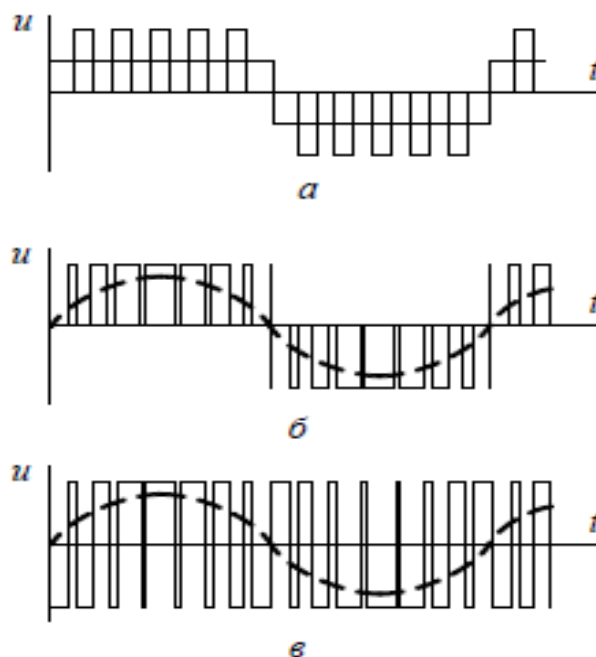


Рис. 3 – Широтно-импульсная модуляция.

Подобное импульсное управление позволяет получить очень высокий КПД преобразователя и практически эквивалентно управлению для двигателей постоянного тока.

Внедрение систем электропривода с частотным регулированием является одним из важных направлений на Лебединском ГОКе, так как на сегодняшний день большинство электроприводов в технологическом режиме обогатительного и окомковательного оборудования составляют нерегулируемые привода с асинхронными двигателями. При этом не требуется замена стандартного электродвигателя, что очень важно при оснащении электроприводов преобразователями частоты. В настоящее время на фабрике обогащения эксплуатируются 9 электрических установок высоковольтных преобразователей частоты типа ПЧВ-6000-800 в качестве пусковых устройств для запуска мельниц ММС 90×30 с последующим переключением синхронных электродвигателей на питающую сеть. При этом ПЧВ зарекомендовал себя эффективным средством сокращения аварийности электродвигателей, снижения токовых нагрузок на питающую сеть при запуске мельниц и динамических усилий в приводе мельниц.

На фабрике обогащения на линии дообогащенного концентрата на насосах ГРТ 400/40 установлены 4 преобразователя частоты фирмы Siemens Simovert «Master Dries» мощностью 160 кВт. На ленточном конвейере С3 реализована схема контроля влажности концентрата с внедрением частотно-регулируемого электропривода «ТРИОЛ» мощностью 132кВт.

При реконструкции обжиговых машин ОМ-1, ОМ-2, ОМ-4 внедрены частотно-регулируемые электроприводы Simovert «Master Dries» на приводах обжиговых машин мощностью 55кВт, на дисковых питателях мощностью 45 кВт, на приводах чашевых окомкователей мощностью 132 кВт.

Применение частотно-регулируемого электропривода обеспечивает:

- увеличение ресурса работы электромеханического и механического оборудования, в том числе электродвигателей, за счет плавности регулирования, отсутствия пусковых токов повышенной кратности и механических ударных нагрузок;
- уменьшение капитальных затрат на все виды ремонтов электротехнического, технологического оборудования за счет увеличения срока службы оборудования;
- максимально эффективно адаптировать работу электродвигателей и нагрузки к требованиям технологического процесса;
- автоматизацию управления технологических установок и комплексов посредством встроенных программно-управляемых регуляторов и дополнительных устройств;
- включать и выключать мощные электродвигатели практически неограниченное число раз;
- защитить питающую сеть от вредного воздействия пусковых токов мощных электродвигателей;
- существенное энерго и ресурсосбережение, благодаря оптимизации режимов работы оборудования с учетом его свойств и характеристик, высоких энергетических показателей.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов / М.П.Белов, В.А.Новиков, Л.Н.Рассудов. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2004, - 576с.
2. Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М.Терехов, О.И.Осипов: под ред. В.М.Терехова. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006, - 304с.
3. Электрический привод: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.Б.Онищенко. – М.: Издательский центр «Академия», 2006, - 288с.

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗМЕЩЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕМОВ ГИДРОВСКРЫШИ

**Афанасьева Г.Е., Дрога П.В.**

*Филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»*

*в г. Губкин, Белгородской области, Россия*

*afanage@mail.ru*

***Аннотация.** В статье на основании обобщения и систематизации данных инженерно-геологических изысканий выполнена статистическая обработка паспортов прочности пород применительно к Старооскольскому железорудному региону, позволяющая определять устойчивые параметры и объёмы упорных призм гидроотвалов равнинного и овражно-балочного типов.*

**Ключевые слова:** инженерно-геологические изыскания; паспорт прочности; гидровскрыша; упорная призма; номограммы.

## STATISTICAL PROCESSING OF ENGINEERING AND GEOLOGICAL SURVEYS FOR THE PURPOSE OF PLACING PROSPECTIVE VOLUMES OF HYDROGRAPHY

**Afanasyeva G.E., Droga P.V.**

*VO FGAOU branch "National University of Science and Technology "MISIS" in Gubkin of the Belgorod region, Russia*

*afanage@mail.ru*

***Annotation.** In the article, based on the generalization and systematization of these engineering and geological surveys, statistical processing of rock strength certificates for the Starooskolsky iron ore region was carried out, which makes it possible to determine stable parameters and volumes of thrust prisms of waterproofing and ravine-beam types.*

**Keywords:** geotechnical surveys; strength certificate; hydrooverburden; thrust prism; nomograms.

Гидромеханизация является одним из наиболее прогрессивных и эффективных способов производства горных и земляных работ. Эффективность этого способа заложена в самой его сущности – в едином неразрывном технологическом процессе объединены разработка, транспортировка и укладка грунта. Трудозатраты на наиболее трудоемкой операции для сухоройного способа – транспортировке грунта, ничтожно малы,

следовательно, достигается более высокая по сравнению с сухойным способом производительность труда.

На стадии предпроектных и проектных разработок при технико-экономическом сравнении вариантов размещения перспективных объемов гидровскрыши следует учитывать соотношение общего объема гидровскрыши с необходимым объемом упорных призм, обеспечивающих ее укладку.

Для строительства гидроотвала равнинного типа единичный объем упорной призмы с длиной, равной 1 м, определяется из выражения [1, 2]:

$$q_e = h(a + h \operatorname{ctg} \alpha), \text{ м}^3/\text{м}; \quad (1)$$

где:  $h$  – высота упорной призмы, м;

$a$  - минимально допустимая ширина призмы по верху, м;

$\alpha$ - допустимый, отвечающий нормативным значениям коэффициентов устойчивости, генеральный угол верхового и низового откосов, градусы.

Объем упорной призмы овражно-балочного типа включает в себя объемы равнинной части призмы в тальвеге балки и объем призмы, размещаемый на склонах балки  $V_c$ .

Объем упорной призмы, размещаемый на склонах балки, определяется из выражения [1, 2]:

$$V_c = 2h^2 \operatorname{ctg} \beta \left( \frac{h \operatorname{ctg} \alpha}{3} + \frac{a}{2} \right), \text{ м}^3 \quad (2)$$

где:  $h$  – высота упорной призмы, м;

$\beta$  – угол наклона правого и левого склонов балки, градус

$a$  - минимально допустимая ширина призмы по верху, м;

$\alpha$ - допустимый, отвечающий нормативным значениям коэффициентов устойчивости, генеральный угол верхового и низового откосов, градусы.

В данной работе на основании обобщения и систематизации данных инженерно-геологических изысканий выполнена статистическая обработка паспортов прочности пород применительно к Старооскольскому железорудному региону [3]. При этом в основании призмы предусматривался илистый суглинок, в теле призмы изучались смесь вскрышных пород и лессовидный суглинок. Расчеты проводились для упорных призм высотой 10, 20, 30 и 40 метров.

При обработке рассматривались зависимости:  $\alpha = f(K)$ ,  $q_e = f(K)$ ,  $V_c = f(K)$ ,  $V_c = f(\beta)$ ;

где  $\alpha$ - допустимый, отвечающий нормативным значениям коэффициентов устойчивости, генеральный угол верхового и низового откосов, градусы;

$K$  – коэффициент запаса устойчивости;

$q_e$  – единичный объем упорной призмы,  $m^3/m$ ;

$V_c$  – объем упорной призмы, размещаемый на склонах балки;

$\beta$  – угол наклона правого и левого склонов балки, градус.

Результаты расчетов с использованием зависимостей 1 и 2 в обработанном виде представлены в виде номограмм, пользуясь которыми легко получить устойчивые углы откосов и единичные объемы упорных призм гидроотвалов равнинного типа (рис.1) и объемы упорных призм при различных коэффициентах запаса устойчивости, размещаемые на склонах балок для гидроотвалов овражно-балочного типа (рис.2).

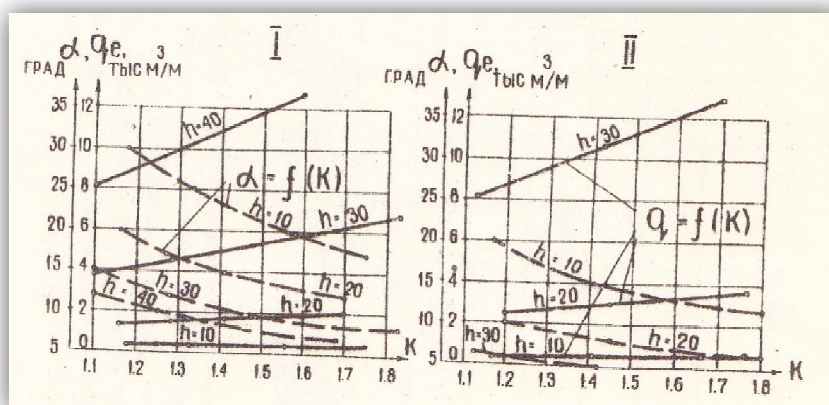


Рис.1 – Номограммы для определения устойчивых параметров и единичных объемов упорных призм гидроотвалов равнинного типа

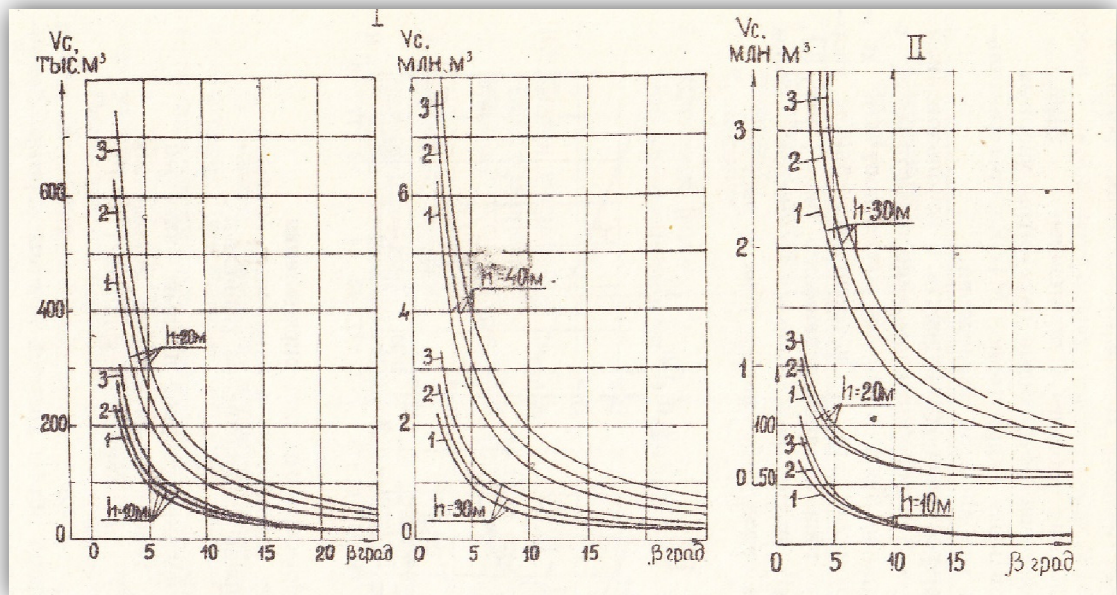


Рис.2 – Номограммы для определения объёмов упорных призм гидроотвалов овражно-балочного типа

На номограммах (рис. 1 и 2): I, II – основание призмы – илистый суглинок, тело призмы – смесь вскрышных пород (I), лессовидный суглинок (II); 1,2,3 – коэффициенты запаса устойчивости соответственно: 1,1; 1,3; 1,5

Объём упорной призмы овражно-балочного типа применительно к конкретным инженерно-геологическим условиям, заданной высоте призмы, заданных углах наклона склонов балки и требуемых значениях коэффициента запаса устойчивости можно определить в первом приближении по следующей зависимости:

$$V_0 = q_e d + 0,5(V_{C1} + V_{C2}), \text{ м}^3; \quad (3)$$

где  $q_e$  – единичный объём упорной призмы, полученный с использованием номограмм, представленных на рис.1,  $\text{м}^3/\text{м}$ ;

$d$  - ширина балки по тальвегу (горизонтальный участок балки), м;

$V_{C1}$  и  $V_{C2}$ - объёмы упорной призмы, размещаемые на склонах балки,  $\text{м}^3$ . Определяются по номограммам, представленным на рисунке 2, построенным для условий заполнения балки с симметричными склонами при  $\beta_1 = \beta_2$  и  $a = 10$  м.

Впоследствии объёмы упорных призм уточняются в соответствии с конкретными условиями и паспортами прочности пород основания и тела призмы.

Материалы данной работы могут быть использованы при строительстве перспективных гидроотвалов и хвостохранилищ Старооскольского железорудного региона.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьева Г.Е., Дрога П.В. Установление зависимостей для определения объёмов упорных призм гидроотвалов. //Сборник материалов Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство». – Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2019. С. 116-120.

2. Афанасьева Г.Е., Дрога П.В. Систематизация инженерно-геологических изысканий для определения объема упорных призм гидроотвалов. // Актуальные вопросы геологии: материалы Международной научно-практической конференции / Старооскольский филиал ФГБОУ МГРИ. - Белгород: Константа, 2019. С. 36-39

3. Нестеренко Л.П., Дергилев М.А. Обобщение данных инженерно-геологических изысканий по Старооскольскому железорудному району. – Губкин: НИИКМА, 1986. - 104 с.

## К ВОПРОСУ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ВАННЫ МЕТАЛЛА АЗОТОМ ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ ПРОДУВКИ ПЛАВКИ В КОНВЕРТЕРЕ

**Бугаков М.Н., Еремеев А.А.**

*Липецкий Государственный Технический Университет, Россия, г. Липецк.*

*+7(919)2566995, ibiccaa@mail.ru*

***Аннотация.** Представлен и апробирован на производстве способ корректировки химического состава металла за счет перемешивания конвертерной ванны азотом с достижением экономии извести на плавках различного марочного сортамента. При этом снижение расхода извести на плавках может достигать до 2 и более тонн от общего количества её расхода на одну плавку.*

**Ключевые слова:** кислородный конвертер; азот; химический состав стали

## TO THE QUESTION OF MIXING THE BATH OF METAL WITH NITROGEN AFTER THE PURGE OF THE MELT IN THE CONVERTER

**Bugakov M.N., Ereemeev A.A.**

*Lipetsk State Technical University, Russia, Lipetsk*

*ibiccaa@mail.ru, +7(919)2566995*

***Annotation.** A method for adjusting the chemical composition of the metal by mixing the converter bath with nitrogen with the achievement of saving lime on melts of various brands is presented and tested in production. At the same time, the reduction in the consumption of lime on smelting can reach up to 2 tons or more of the total amount of its consumption per smelting. **Keywords:** oxygen converter; nitrogen; chemical composition of steel*

Во всем мире основным технологическим газом, при переделе чугуна, в конвертерах является технически чистый кислород с требуемым «O<sub>2</sub>» не менее 99,5%. Остаточное процентное содержание занимают такие инертные газы, как аргон и азот[1]. Столь значимое содержание кислорода в дутье конвертерной плавки позволяет достигать значительных высоких скоростей протекания химических реакций и, кроме того, повышать рафинирующие способности шлака для удаления вредных примесей и неметаллических включений. Также это позволяет снижать насыщение металла азотом, который в свою очередь ухудшает



пластичность стали и тем самым вызывает ее склонность к механическому старению. К основным факторам, способствующим поступлению азота в конвертерную ванну, относят[2]:

- шихтовые материалы (чугун, лом);
- подсос воздуха извне во время продувки плавки и выполнение додувки металла после повалки;
- степень чистоты технического кислорода;
- наличие атмосферного воздуха, окружающего струю металла в момент выпуска плавки из конвертера.

В кислородно - конвертерном производстве азот применяется[3]:

- в виде легирующего элемента на определенный сортамент марок стали;
- в виде инертного газа в комбинированной продувке через донные фурменные устройства;
- для корректировки плавки по снижению температуры металла;
- для операции газодинамического торкретирования (ГДТ) футеровки конвертера после слива плавки, в целях повышения и поддержания ее стойкости.

В практике конвертерного производства - в случаях требующих корректировки химического состава металла после продувки плавки (додувка) - используется основной газ: кислород.

Додувка плавки является нежелательной операцией и имеет следующие недостатки[4]:

- снижение стойкости футеровки конвертера;
- повышение потери железа со шлаком;
- повышение содержания азота в металле;
- высокий расход кислорода [5].

На металлургическом предприятии ПАО НЛМК конвертера № 1, № 2 и № 3 цеха КЦ-2 характеризуются высокоинтенсивной работой, как с подачей кислорода (1000 – 1250 м<sup>3</sup>/мин) во время продувки плавки, так и с подачей азота (1000 – 1250 м<sup>3</sup>/мин) в период ухода за футеровкой. На конвертере № 1 был опробован способ корректировки химического состава металла, в частности для снижения содержания фосфора, за счет перемешивания ванны азотом, при котором достигалось снижение расхода извести на плавках различного марочного сортамента. В представленных ниже таблице показаны «повалочные» пробы металла и шлака до и после перемешивания ванны конвертера азотом, где видно снижение содержания фосфора. По пробам шлака можно видеть, что содержание оксида железа и оксида магния остались в целом без изменения. Это свидетельствует о том, что потерь железа со шлаком и разрушения футеровки конвертера не происходит. Кроме того, не

наблюдалось и повышения содержания азота в готовом металле выше допустимых значений (см. Табл. №1). В приведенной таблице под № 1 указано номер плавки, 2 – соотношение чугуна и лома, 3 – содержание кремния в чугуне, 4 – содержание марганца в чугуне, 5 – содержание фосфора в чугуне, 6 – температура чугуна, 7 – расход извести на плавку и ее снижение, 8 – проба до перемешивания металла, 9 – общий расход азота в момент перемешивания, 10 – проба после перемешивания металла.

Таблица 1 – Химический состав металла и шлака

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ пл.	Шихт. пл.	Si <sub>чуг.</sub>	Mn <sub>чуг.</sub>	P <sub>чуг.</sub>	T <sub>чуг.</sub>	Отд. на пл./ Б.9	Повалка №1	Пер. N <sub>2</sub> , м <sup>3</sup>	Повалка №2
1) 63342	293/64	0,41;	0,29	0,075	1293	21,0/22,0 ; - 1 т	Тм – 1700; 1694; окисл. – 899 ppm, Пр.м.‰: С – 0,03; Mn – 0,09; P – 0,0054; S – 0,0048. Пр. шл.‰: FeO – 18,2; SiO <sub>2</sub> – 16,4; CaO – 57,1; MgO – 2,3; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,39; S – 0,014; Осн. – 3,48.	1000	Тм – 1676; 1673; окисл. – 702 ppm, Пр.м.‰: С – 0,026; Mn – 0,09; P – 0,0049; S – 0,0047, N <sub>2</sub> – 0,0027. Пр. шл.‰: FeO – 18,5; SiO <sub>2</sub> – 16,02; CaO – 56,3; MgO – 2,49; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,4; S – 0,017; Осн. – 3,51.
2) 63345	288/67	0,58	0,26	0,078	1335	23,0/24,0 - 1 т	Тм – 1705; 1704; окисл. – 1271 ppm, Пр.м.‰: С – 0,023; Mn – 0,088; P – 0,0065; S – 0,0043. Пр. шл.‰: FeO	1400	Тм – 1686; 1683; окисл. – 954 ppm, Пр.м.‰: С – 0,018; Mn – 0,086; P – 0,0049; S – 0,0041, N <sub>2</sub> – 0,0032. Пр. шл.‰: FeO – 19,5; SiO <sub>2</sub> – 13,9;

							- 19,9; SiO <sub>2</sub> – 14,6; CaO – 57,1; MgO – 2,1; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,39; S – 0,017; Осн. – 3,9.		CaO – 58,3; MgO – 2,1; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,38; S – 0,019; Осн. – 4,2.
3) 63348	288/67	0,38	0,30	0,071	1332	21,0/22,0 - 1 т	Тм – 1717; 1723; окисл. – 1244 ppm, Пр.м.‰: С – 0,03; Mn – 0,12; P – 0,0089; S – 0,0043. Пр. шл.‰: FeO – 16,9; SiO <sub>2</sub> – 16,1; CaO – 58,9; MgO – 2,3; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,33; S – 0,012; Осн. – 3,7.	1500	Тм – 1691; 1688; окисл. – 923 ppm, Пр.м.‰: С – 0,025; Mn – 0,12; P – 0,0073; S – 0,004, N <sub>2</sub> – 0,0029. Пр. шл.‰: FeO – 16,8; SiO <sub>2</sub> – 15,3; CaO – 57,6; MgO – 2,4; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,27; S – 0,008; Осн. – 3,8.
4) 63356	288/67	0,61	0,33	0,073	1346	23,0/24,0 - 1 т	Тм – 1712; 1720; окисл. – 1167 ppm, Пр.м.‰: С – 0,034; Mn – 0,116; P – 0,0076; S – 0,0043. Пр. шл.‰: FeO – 19,7; SiO <sub>2</sub> – 14,5; CaO – 57,9; MgO – 2,1;	1600	Тм – 1682; 1684; окисл. – 867 ppm, Пр.м.‰: С – 0,027; Mn – 0,11; P – 0,0061; S – 0,0043, N <sub>2</sub> – 0,0033. Пр. шл.‰: FeO – 19,9; SiO <sub>2</sub> – 14,6; CaO – 57,1; MgO – 2,1; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,4; S – 0,017; Осн. – 3,9.

							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,38; S – 0,016; Осн. – 3,8.		
5) 63359	288/70	0,69	0,28	0,071	1376	24,0/25,0 ; - 1 т	Тм – 1717; 1719; окисл. – 1122 ppm, Пр.м.‰: С – 0,026; Мn – 0,12; Р – 0,0082; S – 0,0045. Пр. шл.‰: FeO – 18,4; SiO <sub>2</sub> – 14,8; CaO – 59,3; MgO – 1,8; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,33; S – 0,032; Осн. – 3,9.	1600	Тм – 1679; 1682; окисл. – 901 ppm, Пр.м.‰: С – 0,022; Мn – 0,112; Р – 0,0072; S – 0,0045, N <sub>2</sub> – 0,0034. Пр. шл.‰: FeO – 18,1; SiO <sub>2</sub> – 14,9; CaO – 59,2; MgO – 1,9; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,31; S – 0,037; Осн. – 3,9.
6) 64737	285/70	0,26	0,24	0,061	1328	20,0/21,0 - 1 т	Тм – 1696; 1689; окисл. – 1053 ppm, Пр.м.‰: С – 0,034; Мn – 0,054; Р – 0,0035; S – 0,0033. Пр. шл.‰: FeO – 21,8; SiO <sub>2</sub> – 13,5; CaO – 53,9; MgO – 2,6; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,33; S – 0,042; Осн.	1000	Тм – 1669; 1667; окисл. – 821 ppm, Пр.м.‰: С – 0,035; Мn – 0,052; Р – 0,0033; S – 0,004, N <sub>2</sub> – 0,0031. Пр. шл.‰: FeO – 21,9; SiO <sub>2</sub> – 13,6; CaO – 53,7; MgO – 2,6; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,3; S – 0,041; Осн. – 3,9.

							– 3,9.		
7) 64495	285/72	0,76	0,30	0,076	1329	25,0/26,0  - 1 т	Тм – 1689; 1692; окисл. – 1125 ppm, Пр.м.‰: С – 0,025; Mn – 0,088; P – 0,0062; S – 0,0048. Пр. шл.‰: FeO – – 17,9; SiO <sub>2</sub> – 14,1; CaO – 54,9; MgO – 4,6; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,13; S – 0,072; Осн. – 3,8.	1300	Тм – 1671; 1670; окисл. – 821 ppm, Пр.м.‰: С – 0,025; Mn – 0,086; P – 0,0042; S – 0,0043, N <sub>2</sub> – 0,0031. Пр. шл.‰: FeO – 17,8; SiO <sub>2</sub> – 14,4; CaO – 54,6; MgO – 4,4; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,16; S – 0,076; Осн. – 3,8.
8) 65390	285/70	0,55	0,32	0,073	1367	23,0/24,0  - 1 т	Тм – 1691; 1692; окисл. – 995 ppm, Пр.м.‰: С – 0,029; Mn – 0,112; P – 0,0107; S – 0,0066. Пр. шл.‰: FeO – – 22,9; SiO <sub>2</sub> – 11,1; CaO – 55,9; MgO – 3,3; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,23; S – 0,072; Осн. – 4,8.	1100	Тм – 1672; 1675; окисл. – 723 ppm, Пр.м.‰: С – 0,024; Mn – 0,105; P – 0,0082; S – 0,0064, N <sub>2</sub> – 0,0035. Пр. шл.‰: FeO – 22,1; SiO <sub>2</sub> – 11,1; CaO – 55,1; MgO – 3,2; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,17; S – 0,070; Осн. – 4,9.
9)	285/70	0,70	0,33	0,068	1393	24,0/25,0	Тм – 1709;	1500	Тм – 1670; 1670;

65393						;	1700; окисл. – 1387 ppm, Пр.м.‰: С – 0,029; Мn – 0,106; Р – 0,0081; S – 0,005. Пр. шл.‰: FeO – 19,9; SiO <sub>2</sub> – 12,7; CaO – 55,9; MgO – 3,6; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,33; S – 0,082; Осн. – 4,2.		окисл. – 901 ppm, Пр.м.‰: С – 0,025; Мn – 0,09; Р – 0,006; S – 0,0054, N <sub>2</sub> – 0,0035. Пр. шл.‰: FeO – 19,7; SiO <sub>2</sub> – 12,9; CaO – 55,2; MgO – 3,9; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,23; S – 0,081; Осн. – 4,3.
10) 65451	292/65	0,47	0,30	0,065	1365	22,0/23,0 - 1 т	Тм – 1697; 1706; окисл. – 1183 ppm, Пр.м.‰: С – 0,028; Мn – 0,089; Р – 0,0072; S – 0,0052. Пр. шл.‰: FeO – 19,4; SiO <sub>2</sub> – 15,1; CaO – 59,6; MgO – 2,6; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,33; S – 0,092; Осн. – 3,8.	1300	Тм – 1669; 1677; окисл. – 812 ppm, Пр.м.‰: С – 0,026; Мn – 0,088; Р – 0,0064; S – 0,0045, N <sub>2</sub> – 0,0031. Пр. шл.‰: FeO – 19,1; SiO <sub>2</sub> – 15,4; CaO – 59,2; MgO – 2,6; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – 1,3; S – 0,093; Осн. – 3,8.

Снижение расхода извести на плавках различного марочного сортамента ( в данном случае с фосфором до 0,010 % в готовом металле) производилось в соответствии с

нормативной таблицей ТИ КЦ-2, и может достигать до 2 и более тонн от общего количества расходуемой извести на одну плавку в условиях работы конвертеров КЦ-2.

### **Вывод**

Представленный способ может послужить основой для исследования корректировки химического состава металла за счет перемешиванием азотом, что в свою очередь положительно скажется на состоянии футеровки конвертера, химических показателях металла, степени снижении расхода извести на плавку, а также на снижение себестоимости металла.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Чертов А.Д. Современный кислородно – конвертерный процесс. Липецк: ПАО «НЛМК», 2010.-220 с.
2. Свяжин А.Г., Киндоп В.Э., Ивлев С.А. Технологические методы обеспечения низкого содержания азота при выплавке низкоуглеродистой стали в кислородном конвертере // Черная металлургия. – 2014 - №2 С. 39 – 49.
3. Эндерс В.В. Азот в сталеплавильных процессах // Литье и металлургия. – 2002 - №1 С. 95 – 100.
4. Кригер В., Листохубер Ф.Е., Накеш Й. Факторы, влияющие на содержание азота в конвертерной стали. // Сталь, 1982, №11 С. 22 – 27.
5. Михневич Ю.Ф., Мелихов В.Г. и др. Исследование атмосферы конвертера. // Изв. вузов. Черная металлургия, 1971, №1 С. 52 – 55.

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА  
АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»**

**Ганин Д.Р.<sup>1</sup>, Фукс А.Ю.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Новотроицкий филиал ФГАОУ ВО «ННТУ «МИСиС»

<sup>2</sup>АО «Уральская Сталь», Российская Федерация, г. Новотроицк,  
ayf181073@mail.ru

***Аннотация.** В статье рассматриваются «узкие» места в технологическом процессе и работе оборудования цеха. Приводятся возможные способы повышения эффективности агломерационного производства в АО «Уральская Сталь», позволяющие снизить простои оборудования и, как следствие, повысить его производительность и общий технологический уровень агломерационного цеха, снизить технологические риски, улучшить качество агломерата.*

**Ключевые слова:** агломерационное производство; окомкование; агломерационная шихта; качество агломерата; футеровка бункеров

**INCREASING THE EFFICIENCY OF AGLOMERATION PRODUCTION JSC  
«URALSTEEL»**

**Ganin D.R.<sup>1</sup>, Fuks A.Yu.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Novotroitsk branch of the National Research Technological University «MISiS»

<sup>2</sup>JSC «Ural Steel»

***Annotation.** The article discusses "bottlenecks" in the technological process and the operation of the shop equipment. Possible ways to improve the efficiency of sintering production in JSC «Ural Steel» are presented, which allow reducing equipment downtime and, as a result, increasing its productivity and the overall technological level of the sintering shop, reducing technological risks, and improving the quality of the sinter.*

**Keywords:** sinter production; pelletizing; sinter charge; sinter quality; buncer lining.

В АО «Уральская Сталь» агломерат производят на четырех агломашинах площадью спекания каждой 84 м<sup>2</sup>. Агломерационный цех предприятия включает в себя шихтовое и агломерационное отделения, а также участок обезвоживания железосодержащих шламов. Подразделения цеха выполняют функции приемки сырья; усреднения руд, концентратов, металлургических отходов в штабелях накопительного склада, на открытом складе;



дробления известняка в молотковых дробилках до крупности 0-3 мм (3-10 мм для производства из него извести) в корпусе дробления известняка; дробления топлива до крупности 0-3 мм в четырехвалковых дробилках корпуса измельчения топлива; обжига известняка крупностью 3-10 мм на конвейерной машине участка обжига извести; весового дозирования компонентов шихты в корпусе дозировки; смешивания и предварительного увлажнения шихты до 3,5-4,0% в барабанном смесителе СБ-2,8х6 корпуса первичного смешивания; окомкования с доувлажнением шихты до 6,5-8,0% в окомкователе СБ-2,8х6 участка спекания шихты; загрузки шихты на паллеты; ее зажигания и спекания; дробления агломерата в одновалковых дробилках; грохочения его с выделением горячего возврата; охлаждения в чашевых охладителях «годного» агломерата; транспортировки агломерата в доменный цех агловозами и шихтоподачей (системой конвейеров) [1]. В качестве компонентов аглошихты на предприятии используются железорудные концентраты ПАО «Михайловский ГОК им. А.В. Варичева», АО «Лебединский ГОК», руда железная сидеритовая ООО «Бакальское рудоуправление», отходы металлургического производства (окалина, отсеvy агломерата и окатышей, мелочь брикетов железной руды (железа горячебрикетированного) АО «Лебединский ГОК», колошниковая пыль, шлам и др.) Для офлюсования агломерата используются известняк Аккермановского месторождения производства ООО «ЮУГПК» и производимая в аглоцехе известь. В качестве твердого топлива применяется коксовая мелочь коксохимического производства, отсев металлургического кокса, образовавшегося в доменном цехе предприятия, и коксовый шлам.

Целью работы являлось выявление «узких» мест в технологическом процессе и работе оборудования цеха с последующим определением возможных направлений повышения эффективности агломерационного производства в АО «Уральская Сталь».

Высоких технико-экономических показателей агломерационного процесса можно достичь эффективным грохочением топлива (за счет предварительного отсева из подготовленного топлива фракции 0-3 мм перед дроблением снизится количество вредной мелкой фракции менее <0,5 мм из-за снижения переизмельчения)[2]. Для этого оптимально использовать виброгрохот с активной декой типа «FlipFloр», производимых компанией AURU(Австралия). На грохоте «FlipFloр» нечетные поперечные балки жестко прикреплены к коробу грохота, а четные – к специальной раме, которая может двигаться относительно короба (четные балки могут двигаться относительно нечетных). Рама связана с коробом через резиновые упругие элементы, а ее колебательное движение относительно короба возбуждается силой инерции, возникающей вследствие основных колебаний грохота. Движение поперечных балок друг относительно друга вызывает периодические растяжения-сжатия элементов просеивающей поверхности из-за чего в ней возбуждаются колебания,

собственная частота которых подобрана так, что близка к частоте вынуждающей силы, вследствие чего их амплитуда может значительно превышать амплитуду колебаний грохота. А так как максимальное ускорение колеблющегося тела прямо пропорционально амплитуде его колебаний, то во сколько раз увеличивается амплитуда колебаний просеивающей поверхности по сравнению с амплитудой колебаний грохота, во столько же раз увеличивается ускорение, с которым она движется и которое может сообщить частицам рассеиваемого материала. Грохот оснащен эластичными полиуретановыми перфорированными матами с антикоррозионными свойствами, предварительное натяжение которых позволяет достичь значений ускорения просеивающей поверхности до 50g (вместо  $((3-4) \cdot g)$  у грохотов обычной конструкции) [3]. Это позволяет значительно увеличить качество отсева «трудных» мелких фракций, повысить эффективность грохочения за счет более высокой удельной производительности при грохочении влажных и даже содержащих глину материалов. Волнообразное движение просеивающей поверхности грохота способствует ее очищению от налипшего материала и снижению вероятности забивания ячеек. Конструкция грохота является исключительно надежной – срок его службы в среднем составляет не менее 12 лет. Имеются сведения о применении таких грохотов в ПАО «Северсталь».

В агломерационном производстве используется большое количество материалов с высокоабразивными свойствами, что приводит к повышенному износу поверхностей течек и бункеров. Для снижения затрат на ремонты предлагается футеровать бункера сверхвысокомолекулярным полиэтиленом с высокой ударпрочностью и износостойкостью, например, производства фирмы «MurdotecKunststoffeGmbH&Co. KG (Дортмунд, Германия). Это позволяет успешно бороться со сводообразованием, воронкообразной текучестью и сегрегацией сыпучего материала, увеличить скорость высвобождения материала и срок службы бункеров.

Основной причиной, препятствующей свободному истечению материалов, является их слеживание, прилипание или примерзание к стенкам, коствление. В большинстве случаев организовать истечение трудносыпучих материалов можно только с применением побуждающих устройств, традиционными из которых являются механические, вибрационные и пневматические. Более современными являются энергосберегающие магнито-импульсные системы для обеспечения истечения материалов из бункеров. Кроме того, они позволяют увеличить пропускную способность бункеров, сократить время вынужденных простоев, связанных с ручной очисткой, особенно при использовании высоковлажных шихтовых материалов, повысить безопасность труда за счет исключения необходимости применения ручного труда; являются более надежными и долговечными в

сравнении с традиционными из-за отсутствия в исполнительных механизмах соударяющихся, вращающихся и трущихся частей. В отделении спекания и шихтоподготовки на бункерах агломерационной фабрики «Аксуского завода ферросплавов» АО «ТНК «КАЗХРОМ» эксплуатируются магнито-импульсные установки АСО 3000-8 и АСО 3000-16 с одностоечной системой обвязки с автоматическим поджатием и демпфированием индукторов производства российской компании «Энерлинк», полностью интегрируемые в АСУТП предприятия, обладающие малыми габаритами, простотой монтажа, отсутствием требований к специальной настройке, надежностью и долговечностью, низкими эксплуатационными затратами за счет энергосберегающей технологии.

Для информации о количестве запасов шихтовых материалов в бункерах, степень заполненности которых определяется на сегодняшний день визуально, предлагается использование уровнемеров. В качестве современных уровнемеров (специальных приборов для контроля уровня сыпучих материалов в бункерах), без которых невозможна стабильная работа шихтового отделения агломерационного цеха АО «Уральская Сталь», целесообразно применять бесконтактные радарные уровнемеры, использующие микроволновый метод измерения, с достаточно точными показателями измерения, невысокой чувствительностью к высоким температурам, испарениям и запыленности. Такие бесконтактные радарные уровнемеры производит, например, компания Nivelco (Венгрия).

Качество окомкования (содержание кондиционной фракции в окомкованной шихте) определяется режимом увлажнения (характером распределения влаги) и свойствами увлажняющей жидкости. Для тонкого и равномерного распыления воды в окомковательных барабанах предпочтительно применение двухфазных пневматических водовоздушных форсунок, например, производства ведущего мирового производителя форсунок и распылительного оборудования фирмы «LechlerGmbH» (Германия), которая имеет номенклатуру из более чем 25000 вариантов форсунок и продукция которой хорошо известна на металлургических предприятиях. Подвод расширяющегося с высокой скоростью воздушного потока служит для дополнительного расщепления более медленной жидкости на мельчайшие капли. Разные скорости потока жидкости и воздуха создают в форсунке взрывные волны, которые вызывают разрывание жидкости на крайне мелкие частицы. Наилучшие результаты по степени окомкования шихты и динамической прочности гранул достигаются при подаче воды по всей длине окомкователя при капельном режиме увлажнения шихты, который можно, например, получить с помощью установки в окомковательном барабане форсунок с тангенциальным подводом воздуха по периферии истекающей струи воды [4].

Применением минеральных добавок бурожелезняковых руд крупностью -0,063 мм, подаваемых при окомковании агломерационной шихты в пульпе с водой, можно уменьшить содержание в аглошихте наиболее влияющей на газопроницаемость спекаемого слоя фракции -1 мм и увеличить прочность гранул окомкованной аглошихты за счет увеличения значений водородных показателей рН и коэффициентов поверхностного натяжения пульпы. Введение добавок бурожелезняковых руд крупностью -0,063 мм в виде пульпы в аглошихту при окомковании способствует росту удельной производительности агломашины, увеличению выхода годного агломерата, повышению прочности агломерата на удар и снижению сопротивления агломерата истиранию[5]. Несмотря на то, что Новокиевское месторождение бурожелезняковых руд, расположенное в Гайском районе Оренбургской области, эксплуатировавшееся в 1955-2002 гг., в значительной мере выработано, в отвалах месторождения, на расстоянии 3 км от Новокиевской дробильно-сортировочной фабрики, находятся ее отсева, содержащие более 5,0 млн тонн рудной мелочи (крупностью 0-12 мм, плотностью 1,31 т/м<sup>3</sup>, влажностью 12-25%) на территории в 20 га. По происхождению, минералогическому, химическому составу Новокиевское месторождение идентично наиболее крупному из Орско-Халиловской группы месторождений – Аккермановскому.

На челноковом распределителе шихты, представляющем собой короткий транспортер с резиновой лентой, рама которого установлена на катки и совершает возвратно-поступательные движения над бункером барабанного питателя, необходимо для измерения влажности шихты установить бесконтактный микроволновый поточный влагомер КА-500 российской компании «КОНВЕЛС Автоматизация», устанавливаемый на конвейер любой ширины при толщине слоя исследуемой шихты до 500 мм. Непрерывный анализ содержания влаги на челноковом распределителе шихты позволяет контролировать качество продукта, получая своевременную информацию для принятия решений, что позволяет эффективно использовать ресурсы и снижать расходы.

Для дробления агломерата в АО «Уральская Сталь» используется дробилка одновалковая зубчатая 1300x2700мм СМД-2А производства завода «Волгоцеммаш». Сократить энергетические затраты на процесс дробления и улучшить гранулометрический состав измельченного агломерата за счет уменьшения количества нежелательных крупных фракций можно применив способ дробления агломерата в одновалковой зубчатой дробилке ударом, который включает приложение усилий ротора между колосниками, для наложения усилий создают удар, возникающий вследствие быстрого высвобождения заранее накопленной энергии со стороны ротора или со стороны колосников или комбинированно, как со стороны ротора, так со стороны колосников, при этом положение удара осуществляют

поочередно от одного элемента ротора или колосника к другому или чередуют между собой в ином установленном порядке [6].

Данные мероприятия позволят снизить простои оборудования и, как следствие, повысить его производительность и общий технологический уровень агломерационного цеха, снизить технологические риски, улучшить качество агломерата.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Букреев Д.А., Греку В.С. Грохоты с активной декой AURY FlipFloр // Уголь. 2017. С. 64-65.
2. Коротич В.И., Фролов Ю.А., Бездежский Г.Н. Агломерация рудных материалов. – Екатеринбург, 2003. –400 с.
3. Фролов Ю.А. Агломерация: Технология, теплотехника, управление, экология. - М.: Metallurgizdat, 2016. –672 с.
4. Пузанов В.П., Кобелев В.А. Введение в технологии металлургического структурообразования. - Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 501 с.
5. Использование добавок бурожелезняковых руд Новокиевского месторождения в производстве агломерата / Д.Р. Ганин, В.Г. Дружков, А.А. Панычев, А.Н. Шаповалов, Е.А. Шевченко // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2016. № 10 (1402). – С. 27-34.
6. Патент UA 95832, МПК В02С 4/10, В02С 4/12, В02С 13/08, В02С 13/09, С22В 1/20. Способ дробления агломерата в одновалковой зубчатой дробилке ударом / Э.П. Левченко, О.А. Левченко, Д.Ю. Костромицкий; заявл. 02.11.2009, № а200911020; опубл. 12.09.2011, Бюл. № 17. – 3 с.

**СТРУКТУРА АСУ ПТС СПЕКАТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»**

**Фукс Е.А., Меркулин П.О., Хомякова В.С.**

*ФГАОУ Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС»,  
462359, Россия, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, д.8  
faksevgenyy@gmail.com*

***Аннотация.** В статье рассматриваются структура АСУ ПТС спекательного отделения АО «Уральская Сталь» в технологическом процессе и работе оборудования цеха. Приводятся технологические средства, реализованные для автоматизации управления и отображения технологического процесса ПТС.*

**Ключевые слова:** агломерационное производство; окомкование; агломерационная шихта; качество агломерата; футеровка бункеров.

**STRUCTURE OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM PTS OF THE SINTERING  
DEPARTMENT OF URAL STEEL JSC**

**Fuks Y.A., Merkulin P.O., Khomyakova V.S.**

*Novotroitsk branch of the National University of Science and Technology «MISIS», 462359, Orenburg region,  
Novotroitsk, 8 Frunze street  
faksevgenyy@gmail.com*

***Annotation.** The article deals with the structure of the automated control system of the PTS of the sintering Department of Ural Steel JSC in the technological process and operation of the shop equipment. Technological tools implemented to automate the control and display of the PTS process are presented.*

**Keywords:** agglomeration production; pelletizing; agglomeration charge; agglomerate quality; bunker lining.

Современное агломерационное производство представляет собой сложную систему различных аппаратов, действующих в разных режимах и выполняющих различные функции.

Непрерывный рост производства агломерата, повышение требований к его качеству, а также поточность технологических процессов создали условия для широкого внедрения средств автоматического контроля и управления.

Комплексной автоматизации агломерационного производства уделяется большое внимание. Значительное место в технологической схеме агломерационного производства занимают процессы, связанные со спеканием шихты, одной из основных операций, определяющих качество агломерата.

Основная задача автоматизации агломерационного производства состоит в обеспечении максимальной производительности агломерационных машин и заданного качества агломерата. Одновременно автоматизация позволяет решать задачи повышения уровня организации производства, оперативности управления технологическими процессами и в целом повышения экономической эффективности производства. Одним из важнейших направлений совершенствования управления является создание автоматизированных систем с применением вычислительной техники.

Автоматизированная система управления спекательным отделением является качественно новым этапом комплексной автоматизации и призвана обеспечить существенное увеличение производительности труда, улучшение качества выпускаемой продукции и других технико-экономических показателей агломерационного производства.

Автоматическое управление в спекательном отделении заключается в автоматическом поддержании высоты слоя аглошихты, загружаемой на машину, контроле и автоматическом регулировании процессом зажигания шихты, контроле температуры зажигания горна, регулирование законченности процесса спекания в конце активного участка аглошихты.

Под АСУ поточно-транспортной системы спекательного отделения понимается автоматизированная система управления режимами работы и порядком включения цепочек механизмов, обеспечивающих работу основного технологического оборудования агломерационной машины (а/м).

Вместе с тем, в качестве аварийного (или пускового) остаётся ручной режим управления механизмами. Этот режим предусматривает дистанционное сблокированное управление каждым механизмом в цепочке запускаемых механизмов.

В структурной схеме АСУ ТП управления ПТС а/м выделены 3 иерархических уровня:

- 1-й уровень - Система устройств полевого уровня;
- 2-й уровень - Система автоматизации;
- 3-й уровень - Система централизованного контроля ПТС.

Прикладное программное обеспечение (ПО) системы базовой автоматизации АСУТП имеет 2-х уровневую защиту от несанкционированного доступа в ПО программируемых логических контроллеров, 2-х уровневую защиту от несанкционированного доступа в ПО ПЭВМ рабочих станций, защиту от выхода из прикладного ПО, установленного в ПЭВМ рабочих станций.

Система устройств полевого уровня обеспечивает:

1. приём диспетчерских сигналов состояния оборудования и выдачу сигналов управления в электрические цепи запуска механизмов;
2. выдачу сигналов звуковой и световой сигнализации;
3. гальваническое разделение входных и выходных сигналов.

Система автоматизации.

Система автоматизации состоит из программируемых логических контроллеров (ПЛК), ПЭВМ и устройств распределённой периферии (сбор и передача данных к ПЭВМ) на основе промышленной сети типа PROFIBUS.

ПЛК предназначены:

1. для сбора диспетчерской информации о состоянии оборудования (Вкл/Выкл, авария, режим работы и т. д.) спекательного отделения;
2. соблюдения необходимых блокировок;
3. выполнения последовательности включения оборудования;
4. формирования сигналов Пуск/ Останов, сигналов индикации, предупредительной и аварийной сигнализации.

Для управления процессом в ПЛК установлены программы, разработанные в стандарте 1131-3. Для управления процессом и его мониторинга в ПЭВМ установлены программы, использующие технологию MMI/SCADA (человеко-компьютерный интерфейс/диспетчерское управление и сбор данных).

Система управления участком спекания обеспечивает три режима работы:

1. местное (деблокированное), с постов местного управления (ПМУ);
2. дистанционное (сблокированное), со щита спекальщика;
3. автоматический режим (сблокированный), с ПЭВМ, через программируемый контроллер и устройства распределённой периферии.

Выбор режимов работы осуществляет спекальщик со щита спекальщика (ЩС) посредством ключей выбора режима, установленных для каждого механизма.

Режим местного управления (с пультов ПМУ) является режимом работы для каждого механизма в ремонтных и профилактических целях. Выбор режима происходит на щите спекальщика ключом выбора режима этого механизма постановкой его в положение – М



(местное). Блокировки с другими механизмами – отсутствуют. Включение пусковой сигнализации активируется с ПМУ.

Режим дистанционного ручного управления (со щита спекальщика ЩС) является пусковым или аварийным режимом работы механизмов. Используется в случае отказа программируемых контроллеров, выхода из строя ПЭВМ, нарушения целостности компьютерных линий. Выбор режима происходит на щите спекальщика ключом выбора режима каждого механизма в цепи включения, постановкой его в положение – Д (дистанционное). Блокировки с другими механизмами сохраняются. Схема звуковой и световой сигнализации автономная и работает на все пусковые агрегаты одновременно. Индикация работы механизмов на мнемощите - сохраняется. Режим полностью независим от работы компьютера.

Автоматический режим управления (с экрана ПЭВМ) является рабочим режимом запуска и остановов механизмов. Все блокировки контролируются в программируемом контроллере, и по линиям промышленной компьютерной связи, через устройства распределённой периферии, сигналы на включение механизмов передаются в электрические схемы аппаратов. Формируются сигналы световой и звуковой сигнализации. Выбор режима происходит на щите спекальщика ключом выбора режима каждого механизма в цепи включения, постановкой его в положение – А (автоматическое). В этом режиме выполняется процедура автоматического включения всех механизмов участка как централизованно, так и выборочно, с соблюдением всех необходимых блокировок.

Перед пуском механизмов, независимо от выбранного режима работы подаётся звуковой и световой сигнал, продолжительностью 10 секунд, затем пауза 30 секунд и второй звуковой и световой сигнал, продолжительностью 30 секунд, далее до включения механизма.

ПЭВМ предназначена для контроля и управления процессом запуска механизмов, выполняет следующие функции:

1. представляет в виде динамических мнемосхем информацию о работе механизмов спекательного участка во всех режимах работы с необходимой детализацией;
2. осуществляет ввод команд управления с клавиатуры;
3. осуществляет выбор механизмов, включает в работу и выводит механизмы из работы, контролирует все необходимые блокировки механизмов и формирует управляющие последовательности для запуска цепочек механизмов;
4. архивирует все операции по управлению механизмами во всех режимах работы, формирует аварийные, предупредительные и технологические сообщения, сообщения о причине аварийного останова;

5. передаёт в вычислительную сеть АГЦ по протоколу Ethernet/TCP/IP, всю необходимую информацию о работе оборудования;

6. производит диагностику состояния оборудования АСУ с формированием и выдачей на монитор ПЭВМ предупредительной и системной информации.

Система централизованного контроля и управления представлена в виде комплекса программ, работающих в цикле на имеющихся в наличии серверах баз данных и приложений, или запускаемых посредством запросов от ПЭВМ – рабочих станций, установленных у пользователей АСУТП: дозировщика, агломератчика, инженеро-исследователей, начальника цеха и его заместителя по производству, подключенных к вычислительной сети, а также других пользователей, имеющих право доступа к информации.

Под информационным обеспечением понимается совокупность реализованных решений по объемам, размещению и формам организации представления информации, циркулирующей АСУТП при ее функционировании. К информационному обеспечению относятся перечни входных и выходных сигналов, вводимых данных, информация, содержащаяся в базах данных и в документации, необходимой для эксплуатации системы.

Оперативному персоналу обеспечена выдача информации с помощью средств представления информации в следующем виде:

- непрерывная индикация на дисплее и индикаторах мнемощита;
- световая (мигающая) и звуковая сигнализация при запуске механизмов и при аварийных остановах, причем съём звуковой сигнализации осуществляется по сигналу квитирования оператора, либо с кнопки на пульте спекальщика;
- запоминание событийной информации в локальном архиве ПЭВМ, протоколирования её, и выдачи на монитор ПЭВМ по вызову оператора.

Информационное обеспечение АСУ ПТС построена как легко настраиваемая оболочка на программное обеспечение (для наращивания информационных функций системы в процессе эксплуатации).

Информационное обеспечение АСУ ПТС функционирует в режиме реального времени, с выдачей временных отметок различных технологических ситуаций.

Математическое обеспечение.

В составе математического обеспечения представлены:

1. алгоритмы первичной обработки поступающей информации, включающие в себя в необходимых случаях методы усреднения, фильтрации, сглаживания и другие методы повышения достоверности исходной информации;

2. алгоритмы расчетов косвенных, непосредственно не измеряемых параметров процесса;

3. алгоритмы управления базами данных;
4. алгоритмы предупредительной и аварийной сигнализации.

Общесистемное программное обеспечение для программируемых логических контроллеров закупается по спецификации разработчика АСУ ПТС и должно включать в себя: операционную систему для ПЛК (поставляется комплектно с ПЛК) с описанием и руководством пользователя (заказываются отдельно по спецификации разработчика); программы-драйверы для контроллеров связи и других интеллектуальных функциональных элементов с описанием и руководством по применению (заказываются отдельно).

Прикладное программное обеспечение создается в процессе разработки проектной документации. Требованиями к прикладному программному обеспечению являются:

- надежность;
- высокая скорость реакции системы (не более 0,5 сек);
- удобство модификации;
- удобство технического обслуживания.

ПЛК скомпонованы на базе SimaticS7-300. Средства удалённой периферии скомпонованы на базе станций распределённого ввода-вывода ET-200M. ПЛК скомпонованы в запираемые на ключ шкафы пылезащищённого исполнения с естественной вентиляцией.

ПЭВМ рабочей станции базовой системы автоматизации скомплектована на базе отказоустойчивого промышленного шасси фирмы «Advantech».

Полевая промышленная сеть для связи между ПЛК и станциями распределённого ввода-вывода, устройствами MMI/HMI (рабочей станции) выполнена в соответствии с требованиями европейского стандарта EN 50170.

Непосредственно на этом экране нет элементов управления механизмами, он выводит состояние всего имеющегося оборудования ПТС и сопутствующего оборудования (работа/останов, положения шиберов, направление движения конвейеров, забивка течек, уровень в бункере постели).

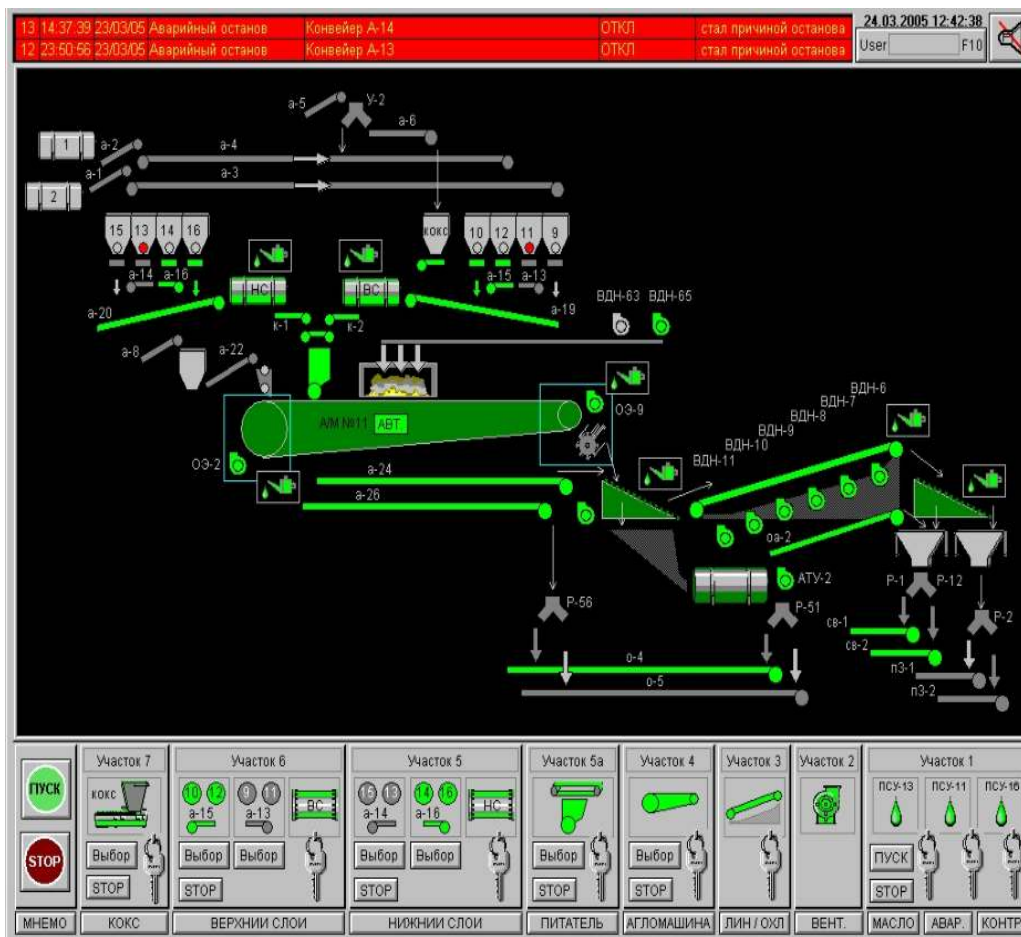


Рис.1 – Экран АСУ ТП

Основные преимущества внедрения АСУ ТП :

1. система энергосбережения на предприятии,
2. снижение влияния человеческого фактора,
3. повышение надежности системы,
4. повышение ремонтпригодности оборудования,
5. полный контроль за работой оборудования,
6. формирования архивов и отчетов.

Благодаря применению АСУ ТП ПТС снижается влияние человеческого фактора, повышается надежность всей системой, повышается ремонтпригодность оборудования благодаря отображению нерабочих сегментов системы, а также формируются отчетность об эксплуатации системы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Благовещенская М.М., Злобин Л.А. Информационные технологии систем управления технологическими процессами. М., «Высшая школа», 2005.

2. Текиев В.М., Яржемский А.С. Методические указания по оформлению дипломных (курсовых) проектов и работ. Владикавказ, изд-во «Терек», 2002.

3. Фролов Ю.А. Агломерация: Технология, теплотехника, управление, экология. - М.: Metallurgizdat, 2016. – 672 с.

4. Пузанов В.П., Кобелев В.А. Введение в технологии металлургического структурообразования. - Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 501 с.

## ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ ГРЕЙФЕРНЫХ КРАНОВ

**Терехин Е.П., Кусепова Д.**

*Филиал ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический*

*университет «МИСиС» в г.Губкине*

*Россия, г. Губкин*

*teryekhin50@mail.ru*

***Аннотация.** Отгрузка железорудного концентрата на АО «Лебединский ГОК» производится со складов, оборудованных системой конвейеров и грейферными кранами. Анализ результатов экспертиз технического состояния грейферных кранов в период 2010-15г.г. показывает две группы характерных дефектов. Сложные дефекты связаны с нарушением целостности элементов несущих металлоконструкций. Наряду с полной заменой кранов необходимо планировать замену крановых кабин на новые эргономичные, замену приводных станций механизмов и систем управления на частотно-регулируемые.*

**Ключевые слова:** отгрузка; концентрат; кран грейферный; экспертиза.

## OPERATION OF HEAVILY LOADED GRAPPLING CRANES

**Teryekhin E. P., Kusepova D.**

*Branch of FSAOU VPO "National Research Technology University "MISiS" in Gubkin*

*Russia, Gubkin*

*teryekhin50@mail.ru*

***Annotation.** Shipment of iron ore concentrate by JSC "Lebedinsky GOK" is made from the warehouses, equipped with a system of conveyors and bucket cranes. Analysis of the results of examinations of the technical condition of grab cranes in the period 2010-15 shows two groups of characteristic defects. Complex defects are associated with a violation of the integrity of the elements of load-bearing metal structures. Along with the complete replacement of cranes, it is necessary to plan the replacement of crane cabins with new ergonomic ones, and the replacement of drive stations of mechanisms and control systems with frequency-controlled ones.*

**Keywords:** shipment; concentrate; grab crane; expertise.

Отгрузка железорудного концентрата с массовой долей железа  $\approx 69.5\%$  на АО «Лебединский ГОК» производится со складов №1 и №2 участка отгрузки и производства высококачественного концентрата цеха №4 обогатительной фабрики, оборудованных системой конвейеров и грейферными кранами. Один из складов представляет собой помещение с пролетом 36м для напольного хранения, разделенное перемычками на четыре бассейна и оснащенное четырьмя грейферными кранами, другой – с двумя бассейнами, разделенными площадкой, и парой кранов на каждый бассейн.

На складах осуществляется размещение, временное хранение и усреднение концентрата, а также отгрузка внутреннему потребителю на фабрику окомкования, внешнему – в полувагоны РЖД. Грейферными кранами отгружается более 23 тыс. тонн концентрата в сутки, более 700 тыс. тонн в месяц или 8.5 млн. тонн в год. Кроме восьми 20-тонных кранов, работающих на отгрузке концентрата, два 10-тонных (рис.1) работают в круглосуточном режиме на его дозировке непосредственно в зоне вагонных тензометрических весов на открытой площадке.



Рис. 1 – Грейферные краны на открытой площадке

Большинство кранов выработали нормативный срок эксплуатации (анализ за период 2010-15г.г) и продление их срока службы производится после проведения ежегодной экспертизы промышленной безопасности, проводимой специализированной организацией ООО «Стройсервис». Более 20 лет она занимается техническим обследованием различного оборудования на основании лицензии на проведение экспертизы промышленной безопасности технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах.

То, что одна организация в течение длительного времени отслеживает техническое состояние оборудования на одном опасном производственном объекте, положительно влияет на качество экспертизы и позволяет выработать специфичный алгоритм проверки для

каждой группы технических устройств. При проведении экспертизы тяжело нагруженных грейферных кранов акцентируется внимание на следующие работы:

- определение фактической группы классификации (режима) крана;
- проверка элементов металлических конструкций одним из видов неразрушающего контроля (при обнаружении дефекта или при подозрении на предполагаемый дефект после внешнего осмотра);
- проверка качества соединений элементов металлических конструкций (сварных, болтовых, шарнирных и др.), особенно в узлах крепления главных балок к концевым, подредукторных зонах и кронштейнах механизмов крана, в надбуксовых зонах концевых балок;
- оценка остаточного ресурса крана в баллах;
- измерение геометрических параметров металлических конструкций крана.

Целью экспертизы мостовых электрических специальных грейферных кранов является определение соответствия представленных образцов предъявляемым к ним требованиям промышленной безопасности в части технического состояния, паспорту, нормативным техническим и эксплуатационным документам в связи с отработкой срока службы. В заключении экспертизы промышленной безопасности обосновываются выводы о соответствии или несоответствии требованиям промышленной безопасности подъемного сооружения, отработавшего срок службы, и определяются:

- наличие, комплектность и состояние документации (проектной, конструкторской, эксплуатационной, ремонтной);
- техническое состояние подъемного сооружения на момент экспертизы;
- работоспособность подъемного сооружения в соответствии с его техническими параметрами;
- возможность и условия дальнейшей эксплуатации подъемного сооружения до очередной экспертизы.

Анализируя результаты 31 экспертизы технического состояния грейферных кранов участка отгрузки концентрата в период 2010-15г.г. (рис.2) можно выделить две группы характерных дефектов:

- несложные, устранение которых возможно при техническом обслуживании;
- сложные, связанные с нарушением целостности элементов несущих металлоконструкций.

Наличие часто встречающихся несложных дефектов обусловлено некачественной работой крановой службы участка в процессе плановых технических обслуживаний и ремонтов, а сложных – физическим старением кранов при тяжелом режиме работы.



Наличие часто встречающихся несложных дефектов обусловлено некачественной работой крановой службы участка в процессе плановых технических обслуживаний и ремонтов, а сложных – физическим старением кранов при тяжелом режиме работы. На некоторых кранах одни и те же дефекты металлоконструкций обнаруживались в течение нескольких ежегодных экспертиз подряд, но после качественного ремонта последующими проверками не выявлялись. Не вызывают особых опасений течи масла в приводах и качество регулировки тормозов - дефекты, которые выявляются практически при каждом обследовании, а повторяющиеся трещины в узлах крепления главных балок к концевым, подредукторных зонах и кронштейнах механизмов крана, встречающихся в 58% проверок, настораживают, так как носят усталостный характер (рис.3,4).



Рис. 2 – Анализ состояния грейферных кранов по результатам технической экспертизы



Трещина (длина  $\approx 100\text{мм}$ ) по сварному шву с переходом на основной металл кронштейна  
(длина  $\approx 40\text{мм}$ )

Рис. 3 – Характерные усталостные трещины кронштейна крепления редуктора замыкания  
грейфера (сторона ВА).



Трещина (длина  $\approx 30\text{мм}$ ) по сварному шву с переходом на основной металл (длина  $\approx 20\text{мм}$ )  
вертикальной стенки главной балки Б

Рис. 4 – Характерные усталостные трещины узла соединения главной балки Б с концевой  
балкой В (наружная сторона).

ООО «Стройсервис» проводит техническое обследование подъемных сооружений (ПС) практически на всех предприятиях региона КМА (Курская магнитная аномалия) и отмечает, что 80% грейферных кранов производства в основном Украины и Узбекистана отработали свой срок службы и требуют замены. В целом по Российской Федерации процент парка грузоподъемных машин, отработавших нормативный срок службы, даже превышает 80% [1,2].

Дефицит кранового оборудования был обусловлен отсутствием такой отечественной техники широкой номенклатуры в 2014-2016гг, что замедляло техническое перевооружение горнорудных предприятий КМА. Однако начиная с 2018 г отечественная промышленность нарастила выпуск электрических мостовых кранов для насыщения собственного рынка и поставки их на экспорт в количестве более 100 шт в год [3]. По программе обновления парка горных машин на АО «Лебединский ГОК» была произведена в первую очередь замена двух

самых возрастных грейферных кранов участка отгрузки концентрата и реализация этой программы продолжается в настоящее время.

Эксплуатация тяжело нагруженных грейферных кранов на Лебединском ГОКе, большинство из которых отработали один-два нормативных срока службы, говорит о большом запасе прочности старого оборудования, профессионализме обслуживающего персонала, специалистов по надзору и экспертов промышленной безопасности. Однако дальнейшее старение парка ПС неминуемо приведет к росту числа аварий [4] и увеличению травматизма, чему способствует и либерализация законодательства (отнесение ПС к ОПО IV класса опасности и отсутствие контроля со стороны Ростехнадзора.)

Замена кранового хозяйства на предприятии должна производиться на основе комплексного подхода к решению этой задачи с использованием прогрессивных технических решений. Зачастую консервативный подход эксплуатационного персонала не позволяет донести до руководства возможности современного краностроения и доказать снижение издержек и повышения производительности за счет оптимизации численности ремонтно-надзорной службы. Наряду с полной заменой кранов необходимо планировать замену крановых кабин на новые эргономичные, замену приводных станций механизмов и систем управления на частотно-регулируемые.

В свою очередь заводам-изготовителям и КБ рекомендуется при разработке и постановке на производство современных ПС анализировать результаты экспертиз промышленной безопасности и опыт длительной эксплуатации подъемного оборудования, особенно в части прочности и долговечности металлоконструкций.

В конечном итоге реализация программы замены и модернизации кранового оборудования позволит снизить затраты на электроэнергию, содержание ремонтно-надзорного персонала, проведение ППР и ТО, обследование и экспертизу оборудования, производственный травматизм с участием ГПМ, а в целом – повысить производительность и снизить себестоимость продукции.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ларочкина Н.М. Современное состояние промышленной безопасности грузоподъемных кранов: проблемы и эффективные пути их решения // Современная техника и технологии. 2016. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2016/03/9877> (дата обращения: 11.11.2020).
2. Бельман, П. А. Остаточный ресурс грузоподъемных кранов / П. А. Бельман, Н. В. Юденко, Е. В. Шефер. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 10

(114). — С. 128-131. — [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/archive/114/28981/> (дата обращения: 11.11.2020).

3. Анализ рынка электрических мостовых кранов в России в 2014-2018 гг, прогноз на 2019-2023 гг [Электронный ресурс]. URL: <https://www.restko.ru/market/11352>(дата обращения: 11.11.2020).

4. Тюрин Ю.Н. Причины возникновения аварий при эксплуатации подъемных сооружений / Ю.Н. Тюрин, Д.Е. Васильев, В.Д. Чугаев, С.Л. Масякин // Химическая техника. 2015. № 11. С. 28.

**ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ВЫБОРА ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ  
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ  
НОРМАТИВНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

**Полякова М.А.<sup>1</sup>, Дрягун Э.П.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,  
Россия, г. Магнитогорск

<sup>2</sup>ОАО «Магнитогорский метизно-калибровочный завод «ММК-МЕТИЗ»,  
Россия, г. Магнитогорск

*m.polyakova@magtu.ru, dryagun.ep@mmk-metiz.ru*

***Аннотация.** Описаны особенности нормирования показателей качества металлопродукции в стандартах. Отмечается, что численные значения показателей качества могут быть представлены в стандартах в виде номинального или интервального значений. Построена модель показателей качества для номинального и интервального значений. Предлагаемый подход может быть использован при разработке новых нормативных документов на металлопродукцию.*

**Ключевые слова:** металлопродукция; показатель качества; номинальное значение; интервальное значение; нормативная и техническая документация

**GENERATION OF MODEL TO CHOOSE THE NUMERICAL VALUE  
FOR QUALITY INDICES OF METAL PRODUCTS DURING DEVELOPMENT  
THE NORMATIVE AND TECHNICAL DOCUMENTATION**

**Polyakova M.A.<sup>1</sup>, Dryagun E.P.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia, Magnitogorsk

<sup>2</sup>OJSC "Magnitogorsk hardware and sizing plant "MМК-METIZ"

*m.polyakova@magtu.ru, dryagun.ep@mmk-metiz.ru*

***Annotation.** Peculiarities of metal products' quality indices regulation in standards are described. It is mentioned that numerical value of quality indices can be presented either in the form of nominal or interval magnitude. The presented approach can be used to set norms in new normative documentations on metal products.*

**Keywords:** metal product; quality index; nominal magnitude; interval magnitude; normative and technical documentation

Развитие металлургической отрасли, которая является одной из успешно развивающихся отечественных отраслей промышленности, прямо зависит от темпов реализации проектов по модернизации существующих мощностей и созданию новых производств. При этом для обеспечения конкурентоспособности металлопродукции необходимо, прежде всего, обеспечить ее соответствие нормативным требованиям, содержащимся в различных видах нормативно-технической документации, среди которых самыми распространенными являются стандарты [1].

Актуальность работ в области стандартизации на винты самонарезающие можно показать на примере действующих стандартов. Советские стандарты на данный вид крепежа были полностью гармонизированы со стандартами стран-участниц Совета Экономической Взаимопомощи. Регламентированными в стандартах показателями являлись геометрические размеры: диаметр, внутренний диаметр и шаг резьбы, диаметр и высота головки, параметры шлица. После вступления России в ВТО для обеспечения конкурентоспособности производимых крепежных изделий на внешнем рынке назрела необходимость гармонизации российских стандартов с международными нормами. Были утверждены и введены в действие аутентичные переводы международных стандартов ISO. В этих стандартах нормировались не только конструкция и геометрические размеры винтов самонарезающих, но и их механические свойства. Это, с одной стороны, соответствовало мировой практике нормирования свойств крепежа, а с другой, требовало от предприятий-производителей принятия значительных мер по модернизации и совершенствованию производства, что в значительной степени удорожало выпускаемую продукцию.

Вместе с тем, на отечественном рынке самонарезающие винты представлены в широком ассортименте европейскими, китайскими, тайваньскими производителями. Винты самонарезающие, поступающие в Россию, поставляются по иностранным стандартам: DIN, ISO, DINISO, DINENISO и др. Так как данный вид крепежных изделий не подлежит обязательному подтверждению соответствия, остаются большим вопросом качественные характеристики всего обилия товара, ввозимого на территорию России.

Особенностью регламентации свойств в стандартах на металлопродукцию является то, что одни показатели могут быть регламентированы в виде числа, т.е. определенным номинальным значением, другие показатели имеют интервальные стандартизированные значения. Это является одной из причин, возникающих при определении численных значений в ходе нормирования при разработке стандарта. Поскольку в настоящее время в разработке стандартов принимают участие и производители, и потребители, разная форма представления показателей качества является преградой на пути достижения консенсуса [2].

При этом номинальные или интервальные значения, задаваемые потребителем и производителем, могут в значительной степени различаться. Поэтому особенности регламентации показателей качества в нормативных документах следует учитывать при разработке модели, которая может быть использована при выборе численных значений данных показателей.

Рассмотрим возможные варианты соотношения значений показателей качества металлопродукции, задаваемых потребителем и изготовителем при разработке нормативной или технической документации [3, 4]. Введем следующие обозначения:  $F$  – спектр значений, задаваемых изготовителем;  $U$  – спектр значений, задаваемых потребителем. Если значения показателей качества, задаваемые изготовителем  $F$ , находятся в диапазоне  $(a_F, b_F)$ , то  $V(F) = b_F - a_F$ . Если значения показателей качества, задаваемые потребителем  $U$ , находятся в диапазоне  $(a_U, b_U)$ , то  $V(U) = b_U - a_U$ . Схематично соотношения между задаваемыми численными значениями показателей качества номинальным и интервальным значением представлены на рисунках 1 и 2.

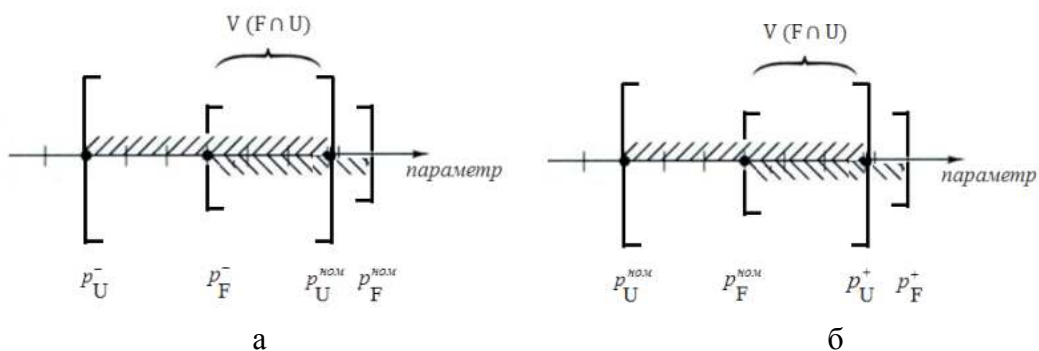


Рис. 1 – Отношение численных значений показателя качества, задаваемого потребителем и изготовителем номинальным значением с полем допусков:

а - границы минусовых допусков; б – границы плюсовых допусков

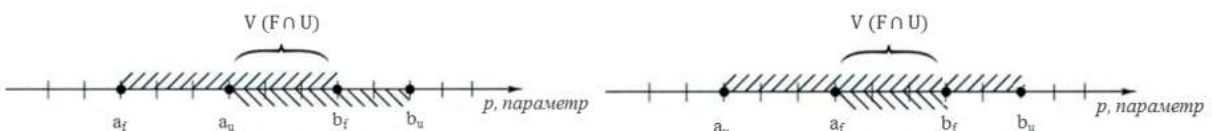


Рис. 2 – Отношение численных значений показателя качества, задаваемого потребителем и изготовителем интервальным значением

(вариант соотношения интервалов)

В общем случае потребитель заявляет номинальное значение показателя качества  $p_U^{ном}$  и двусторонний допуск, который определяется двумя значениями:  $p_U^-$  – левая

граница поля допусков и  $p_U^+$  – правая граница поля допусков. Для получения необходимого численного значения показателя, которое затем будет регламентировано в стандарте, необходимо учитывать соответствующие диапазоны, устанавливаемые обеими сторонами. Лучшим вариантом будем считать случай, когда поле допусков, назначаемое изготовителем, полностью вкладывается в поле допусков, назначаемое потребителем.

Если численное значение показателя качества задается интервальным значением, тогда в качестве меры следует выбирать длину интервала, определяемого следующим образом

$$M = \frac{V(F \cap U)}{V(F)}. \quad (1)$$

В таком случае численное значение показателя качества, которое следует использовать для нормирования в стандарте, вычисляется по формуле

$$M = \frac{V(F \cap U)}{V(F)} = \frac{b_F - a_U}{b_F - a_F}, \text{ здесь } 0 < M < 1. \quad (2)$$

При совпадении интервалов значений, задаваемых потребителем и производителем, численное значение показателя качества вычисляется следующим образом

$$M = \frac{V(F \cap U)}{V(F)} = \frac{b_F - a_F}{b_F - a_F} = 1. \quad (3)$$

Таким образом, предлагаемая модель может быть использована для оценки степени схождения/расхождения численных значений показателей качества в виде номинального и интервального значения. Это является необходимым условием для выбора оптимальных численных значений показателей качества, которые удовлетворяют и потребителя, и производителя, что является обязательным условием достижения консенсуса при разработке нормативной и технической документации.

В настоящее время созданный технический подкомитет ПК7 ТК375 «Метизы и крепежные изделия» в ходе проведения работ по стандартизации винтов самонарезающих занимается вопросом разработки стандарта ГОСТ Р на наиболее массовые виды саморезов: для гипсокартона, для дерева, универсальные, с пресс-шайбой для крепления листов металла [5]. Область применения разрабатываемого национального стандарта - стальные винты



самонарезающие, предназначенные для крепления гипсокартонных плит к деревянным и металлическим конструкциям; соединения (крепления) металлических листов и профилей из других материалов, а также винты, предназначенные для соединения дерева, древесностружечных плит, без предварительного сверления отверстия. Первая редакция ГОСТ Р «Самонарезающие винты. Общие требования. Технические условия» представлена на публичное обсуждение в январе текущего года, завершить работы планируется во втором полугодии 2021 года.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция системы технического регулирования в металлургии // [http://www.amror.ru/gen\\_dir/konserciya.htm](http://www.amror.ru/gen_dir/konserciya.htm). Дата обращения 1.12.2020.
2. Ю.В. Данилова, М.А. Полякова, Г.Ш. Рубин. Поиск консенсуса между потребителем и производителем – важный этап при разработке нормативных документов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. №2(50). С. 79-84.
3. М.А. Полякова. Особенности применения математических моделей для оценки степени достижения консенсуса при разработке требований стандартов. Международный научно-исследовательский журнал. 2016. №11 (53). Часть 4. С. 104-109.
4. М.А. Полякова, Ю.В. Данилова. Использование математических моделей при согласовании требований стандарта. Компетентность. 2016. № 9-10 (140-141). С. 68-72.
5. Э.П. Дрягун, А.А. Соколов, М.А. Полякова, Л.Р. Соколова. Барьеры на пути обновления стандартов на самонарезающие винты. Крепеж, клеи, инструмент и... 2020. №1. С. 26-30.

## ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ

Полякова М.А.<sup>1</sup>, Казанцева Т.В.<sup>2</sup>, Казанцева Н.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,  
Россия, г. Магнитогорск

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Россия,  
г. Екатеринбург

m.polyakova@magtu.ru, t.v.kazantseva@urfu.ru, n.k.kazantceva@urfu.ru

***Аннотация.** Отмечено, что для решения задач практической стандартизации необходимо применять объектную модель данных для представления соотношения показателей качества (свойств) продукции в нормативной и технической документации. Показаны примеры описания свойств металлопродукции иерархической моделью и сетевой моделью. Указаны ограничения каждой модели. В период развития концепции Индустрия 4.0 целесообразно использовать информационные модели в области практической стандартизации.*

**Ключевые слова:** металлопродукция; стандартизация; база данных; иерархическая модель; сетевая модель

## POSSIBILITIES TO USE THE DATA OBJECTIVE MODEL FOR DESCRIPTION OF METAL PRODUCTS PROPERTIES

Polyakova M.A.<sup>1</sup>, Kazantseva T.V.<sup>2</sup>, Kazantseva N.K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia, Magnitogorsk

<sup>2</sup>Ural Federal University named after the First President of Russia B.N. Eltsin

m.polyakova@magtu.ru, t.v.kazantseva@urfu.ru, n.k.kazantceva@urfu.ru

***Annotation.** It is mentioned that to solve tasks in the area of practical standardization it is necessary to use the data object model in order to represent the correspondence between product quality indices (properties) in normative and technical documentation. Examples of hierarchical model and net model for description the metal product properties are presented. During the development of Industry 4.0 period it is notable to use the information models in the area of practical standardization.*

**Keywords:** metal products; standardization; data base; hierarchical model; net model

Научно-технический прогресс обусловил возникновение такого обособленного вида деятельности как стандартизация. Стандарты, возникшие в период первой технической революции, в XX веке стали неотъемлемой частью деятельности не только в области производства продукции, но и в сфере услуг, коммуникации, систем измерений и многих других областях. Говоря о стандартизации, следует различать стандартизацию в широком смысле как тенденцию унификации и оптимизации различных объектов и систем взаимодействия, и стандартизацию в узком смысле, как деятельность по разработке регламентирующих документов в соответствии с нормами и требованиями организаций по стандартизации. Последняя сфера деятельности основывается на огромном практическом опыте, закреплённом в правилах и нормах национальных и международных организаций по стандартизации.

Повышение конкурентоспособности продукции неизбежно связано с необходимостью внедрения инновационных технологических процессов в действующее промышленное производство. С этой точки зрения регламентируемые в нормативной и технической документации требования к продукции должны постоянно пересматриваться, а уровень показателей качества должен строиться на основе долгосрочной перспективы и необходимости опережения требований потребителей. Использование опережающей стандартизации предполагает применение новых подходов к построению структуры стандарта, обеспечивающие не только непрерывность работы по совершенствованию требований стандарта, но и преемственность уровня уже содержащихся требований к новым значениям показателей качества продукции.

В области практической стандартизации для решения стоящих перед ней задач необходимо применять специальные методы. При этом большинство из них обуславливается практической необходимостью упорядочения и систематизации существующей нормативной базы, гармонизации требований со стандартами ведущих зарубежных стран, а в ряде случаев сокращения числа стандартов на один и тот же вид продукции. Для достижения основной цели стандартизации – удовлетворение требований потребителей путем обеспечения необходимого уровня качества продукции, работ и услуг, обеспечиваемых существующим уровнем развития техники и технологий – необходимо использовать новые подходы при разработке требований нормативной и технической документации. Одним из таких направлений является использование объектной модели данных для представления соотношения показателей качества (свойств) продукции в нормативной и технической документации.

Рассмотрим особенности применения данной модели на примере нормирования показателей качества в стандартах на металлопродукцию. При этом следует отметить, что довольно часто понятия «показатель качества продукции» и «свойство продукции» считаются синонимами. Однако, если провести анализ содержания стандартов на продукцию и выявить регламентируемые показатели, то станет очевидным, что, например, регламентируемые стандартом химический состав стали, механические свойства, геометрические размеры и т.п. свойства обеспечиваются технологическим процессом производства изделия. С этой точки зрения понятия «показатель качества продукции» и «свойство продукции» можно считать синонимами. Если стандарт регламентирует, например, маркировку или упаковку, то в данном случае эти показатели не следует относить к свойствам продукции.

Исходя из сущности и формата записей, которые используются при построении стандартов, их формат можно представить в виде базы данных. При этом, учитывая то количество стандартов, актуальных в области металлургии в настоящее время, такая база данных будет содержать большой объем технической информации, требующей применение специальных приемов для ее обработки и управления.

Как известно, в модели данных на основе записей база данных состоит из нескольких записей фиксированного формата [1]. В большинстве коммерческих системах управления базами данных используются ставшие классическими два типа такого рода моделей данных: теоретико-графовые и теоретико-множественные модели данных. К теоретико-графовым моделям относятся две разновидности: иерархические модели и сетевые модели.

Иерархическая модель широко используется для описания показателей качества металлопродукции в виде нескольких связанных уровней. Структура показателей качества металлических изделий определяется с учетом всех показателей, регламентированных нормативно-технической документацией, число которых может быть значительным. Как правило, показатели качества задаются интервалами допустимых значений, либо формулировками «не более» или «не менее». На рис. 1 показана структура показателей качества продукции в виде иерархического дерева свойств, основанная на положениях квалиметрии [2].



Рис. 1 – Структура показателей качества металлических изделий

Нулевой уровень иерархии представляет наиболее обобщенное свойство - качество продукции в целом, отражающее его пригодность к эксплуатации. Первый уровень составляют группы менее обобщенных свойств: механические свойства и микроструктура материала изделий, геометрические показатели качества, характеризующие точность исполнения размеров изделия, показатели качества поверхности и специальные показатели качества. Второй уровень иерархии представляет собой простые или единичные показатели качества изделия ( $K_1, \dots, K_n$ ), характеризующие механические свойства и микроструктуру, геометрические размеры, качество поверхности и специальные свойства. Однако, возможности иерархической модели, которая реализована в общероссийском классификаторе стандартов, по нашему мнению к настоящему времени исчерпаны [3].

Сетевую модель записи можно представить в виде взаимосвязи свойств и функций изделия, которая является результатом проведения функционально-целевого анализа [4-6].

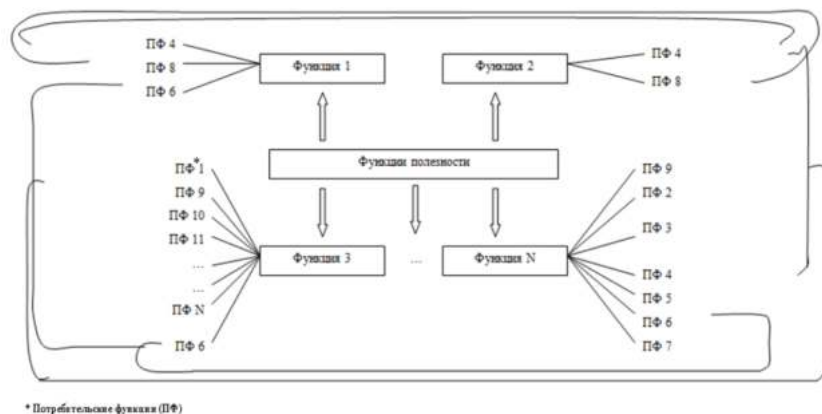


Рис. 2 – Сетевая структура связи функций и свойств, построенная с использованием функционально-целевого анализа изделия

Существенным отличием сетевого графа от древовидного является наличие связи отдельных единичных свойств изделия с несколькими групповыми. Это позволяет определить силу влияния свойств более низкого уровня на групповые исходя из множественности связей. Таким образом, исчезает потребность дополнительной оценки силы влияния отдельных единичных свойств на групповые, как это традиционно принято в квалиметрии. Иными словами, влияние единичных свойств на групповые полностью определяется структурой связи функций и свойств изделия, а также их количеством. Однако и недостатки модели очень существенны: сложная структура памяти, сложная организация данных и главное невозможность изменений в структуре. Сетевая модель не может работать в условиях неопределенности и многофакторности и, следовательно, не может быть рекомендована для использования для организации базы нормативных документов [7].

Таким образом, учитывая специфику информации, содержащейся в стандартах, для решения практических задач в данной предметной области следует использовать принципиально новые подходы. Это становится особенно актуальным на современном этапе развития производства в рамках концепции Индустрия 4.0. Переход к цифровым технологиям неизбежно влечет необходимость пересмотра используемых методов работы с информацией в области стандартизации. Качество информации для воспринимающей или передающей системы определяется, прежде всего, ее значимостью для той цели, которую она реализует. Для каждой системы существует свой критерий и порог ценности информации в зависимости от возможности ее переработки и цели, для достижения которой она предназначена. Исследование объекта с точки зрения информационного подхода предполагает построение его информационной модели, которая позволяет исследовать информационные связи, отношения, процессы получения, хранения, переработки и передачи информации. Информационное описание моделируемой системы в общем случае осуществляется исходя из ее структуры, свойств и функций. Использование такого подхода в области практической стандартизации, несомненно, станет новым шагом в развитии данного направления деятельности [8-10].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Введение в системы баз данных: учебное пособие / сост. П.В. Бураков, В.Ю. Петров, Санкт-Петербург, 2010. 129 с.
2. Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман. О квалиметрии. М.: Изд-во стандартов, 1972. 172 с.
3. Shichaeв M.G., Nikulina N.V. Architecture and Technologies of Knowledge-Based Muilti-Domain information Systems for industrial Purposes//Automation Control Theory Perspectives in intelligent Systems. Proceedings of the 5<sup>th</sup> Computer Science On-line Conference 2016 (C SOC 2016) Vol.3- 2016. Pp. 359-369
4. Г.Ш. Рубин, Ю.В. Данилова, М.А. Полякова Функционально-целевой анализ как метод структурирования функций и свойств металлоизделий. Сообщение 1. Производство проката. 2015. № 5. С. 27-31.
5. Г.Ш. Рубин, Ю.В. Данилова, М.А. Полякова. Функционально-целевой анализ как метод структурирования функций и свойств металлоизделий. Сообщение 2. Производство проката. 2015. № 6. С. 38-43.
6. М.А. Полякова, Ю.В. Данилова. Подходы к структурированию функций крепежных изделий. Национальная ассоциация ученых (НАУ). Ежемесячный научный журнал. 2015. № 3(8). Часть 3. С. 105-108.

7. Кудрявцев В.Б., Гасанов Э.Э. Подколзин А.С. Интеллектуальные системы. М.: Издательство Юрайт, 2017. 219 с.

8. Анализ национальной и международной базы стандартов на трубную продукцию / Н.К. Казанцева, П.М. Лукоянова, В.В. Шимов, Т.В. Казанцева, В.А. Александров // Технология металлов. 2020. № 1. С. 43-49.

9. Стандартизация в эпоху информационно-цифровой революции: взгляд провинции / Н.К. Казанцева, Т.В. Казанцева, Г.А. Ткачук // Стандарты и качество. 2020. №2. С. 30-34.

10. Что необходимо изменить в системе управления стандартами / Н.К. Казанцева, Т.В. Казанцева, Г.А. Ткачук // Стандарты и качество. 2020. №6. С. 14-18.

**СТАРЫЙ ОСКОЛ В ГОДЫ  
НЕМЕЦКОЙ ОККУПАЦИИ: ИЮЛЬ 1942 ГОДА – ФЕВРАЛЬ 1943 ГОДА**

**Пивоварова Л.Н.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** Статья рассказывает о событиях, которые происходили во время Великой Отечественной войны в годы оккупации немецко-фашистскими захватчиками в Старом Осколе и его пригородных территориях. Автор публикует воспоминания местных жителей об этих страшных испытаниях.*

**Ключевые слова:** Великая Отечественная война; Старый Оскол; оккупация; эвакуация; полицаи; Воронежский фронт; материальный ущерб.

**STARY OSKOL IN THE YEARS  
OF GERMAN OCCUPATION: JULY 1942 – FEBRUARY 1943**

**Pivovarova L.N.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The article is devoted to the events that took place during the Great Patriotic War. Stary Oskol and suburban territories were occupied by the German fascist invaders then. The memories of local residents about these terrible trials are published in this article.*

**Keywords:** Great Patriotic War; Stary Oskol; occupation; evacuation; policemen; the Voronezh front; material damage.

75 лет назад завершилась Великая Отечественная война, навсегда изменившая жизнь всей страны и каждого человека в отдельности. Война стала трагическим испытанием для многих миллионов людей. Смерть и разрушения, голод и нужда вошли в повседневную жизнь советских людей. Отступление Красной Армии в 1941-1942 годах порой было столь стремительным, что многие местные жители не успевали эвакуироваться. Не покидая родного дома, люди оказывались в чужом страшном мире. По разным причинам за линией фронта осталось около 70 миллионов советских граждан, на долю которых выпали тяжелые



испытания. Оккупированные территории СССР в первую очередь должны были служить сырьевой и продовольственной базой Германии, а население - дешевой рабочей силой.

Изучение обстановки в период оккупации в небольшом районном центре (г. Старом Осколе), поможет нам объективно взглянуть и оценить сложность и трагичность ситуации, которая сложилась в городе и районе, роль человеческого фактора в первые месяцы и годы войны.

В довоенные годы Старый Оскол был районным центром Курской области. Перед войной в городе проживали 12 тысяч человек (без учета примыкающих к городу слобод), а в районе 131 тысяча человек.

О войне с фашистской Германией население Старого Оскола и Старооскольского района узнало в полдень 22 июня 1941 года [6, с.71]. В этот же день в 17.00 часов в городском летнем саду состоялся общегородской митинг, на котором присутствовало более 3000 человек. В последующие два дня в Старооскольский райвоенкомат поступило несколько сотен заявлений от юношей, девушек и мужчин, в том числе, и пожилых с просьбой зачислить их добровольцами в Красную Армию. 22 июня 1941 года, согласно Указу Президиума Верховного Совета СССР в Курской области, объявлялось военное положение. Мобилизации в РККА подлежали военнообязанные 1905 – 1918 годов рождения (14 возрастов), проживавшие на территории 14 военных округов. Курская область вошла в состав Орловского мобилизационного округа [6, с.71]. На местах началась работа по оповещению населения. Всего же в ходе мобилизаций с июня 1941г. по 1 октября 1941 г. из Курской области было призвано в РККА 207731 человек.

Уже в июле 1941 года над городом стали появляться немецкие самолеты. В связи с угрозой воздушного нападения на город и район, начальником МПВО района П. Черниковым был издан Приказ № 1 от 30 июня 1941 года по местной противовоздушной обороне Старооскольского района. Мероприятия по организации обороны города проводились вплоть до вражеской оккупации Старого Оскола.

28 июня 1942 года на город был совершен мощный авианалет немецкой авиации. 45 вражеских бомбардировщиков пролетели над городом и сбросили смертоносный груз на важнейшие объекты. Загорелась нефтебаза, железнодорожный вокзал, депо, была разрушена мельница и механический завод. Жители Старого Оскола двинулись на восток в эвакуацию. В июле 1942 года в зоне оккупации оказалась вся территория современной Белгородской области. Немецкие войска вступили в наш город 2 июля 1942 года.

На всей территории Курской области, куда входил и Старый Оскол, немецкие оккупанты провели паспортизацию населения. В каждом населённом пункте был произведён учёт населения и заведены списки. Жителям строго запрещалось передвигаться из одного

населённого пункта в другой. На евреев, цыган, лиц, прибывших в населённый пункт после 23 июня 1941 года, иностранцев и комсомольцев заводились именные алфавитные книги особо учитываемых лиц. Один экземпляр книг сдавался в районную военную комендатуру, второй оставался у старост. Старосты избирались на сельском сходе, где присутствовали только мужчины из лиц, рекомендованных немецкими властями. «Выборы старост на сельских сходах становились распространённым явлением. Так в результате выборов на сельских сходах старосты были утверждены в большинстве сёл Курской и Воронежской областей!»[8, с. 99].

В полную силу заработало гестапо, которое привлекало на свою сторону изменников Родины. Тюрмы, устроенные на улице Курской (в настоящее время – это улица Ленина), были переполнены. Жителей арестовывали по малейшему доносу, а то и без повода вообще. За арестами следовали пытки, истязания, расстрелы. На территории Старого Оскола и в пригородных слободах размещались несколько концентрационных лагерей для советских военнопленных: в глубоком овраге на Казацких буграх, в районе аэродрома, по дороге на село Курское, ещё один — в районе железнодорожной школы, в слободе Пушкарской. Карательные отряды противника сжигали заживо целые деревни, расстреливали женщин и детей, помогавшим партизанам.

Местные врачи во время немецкой оккупации сумели организовать госпиталь для пленных раненых красноармейцев, который находился на территории Центральной районной больницы. Жизни многих бойцов были спасены главным врачом больницы, который объявил карантин по сыпному тифу. Немцы, боясь заразиться опасным заболеванием, перестали заходить в больницу. Кроме того, работники больницы доставали поддельные документы для выздоровевших бойцов, давая возможность уйти им из города.

В центре города для устрашения установили две виселицы с повешенными. Рядом находился полицейско-часовой. Снимать трупы повешенных, было запрещено, за это полагался расстрел.

Оккупанты попытались наладить местную промышленность. Были открыты рынки и разрешена частная деятельность по пошиву обуви и одежды. Во время оккупации сырьё, взятое со складов канатной фабрики, раздали в сёла Каплино, Незнамово, Лебеди, Салтыковка, где из местных жителей были организованы артели по изготовлению валенок для немцев.

Немцы после вступления в город принимали всяческие меры по недопущению прослушивания населением советских радиопередач. Лица, имевшие радиустановки или слушавшие русские известия по радио объявлялись партизанами. Одновременно создавалась немецкая радиосеть, которая вела передачи для оккупированного населения. В них

передавались последние известия о положении на фронтах, обращения к населению. Война в этих передачах изображалась в виде новых побед немецкой армии.

В городе во время оккупации еженедельно выходила четырехполосная газета «Новая жизнь» (орган Старооскольского районного управления и Городской управы). Ответственным редактором газеты был наш соотечественник В. Никонов. Как и в других оккупационных изданиях, в ней содержались статьи и материалы пропагандистского характера. В публикациях - перепечатках из центральной немецкой прессы, преимущественно из «Фёлькишер Беобахтер» (ежедневная газета, официальный орган НСДАП), где говорилось о будущем Советского Союза и победоносных наступлениях немецкой армии. 17 января 1943 года в ней напечатали следующее сообщение от Городской венгерской комендатуры: «Наблюдаются случаи торговли предметами, имеющими значение для снабжения армии, как то: кожсырьё, консервы и т. д. Предупреждаю население, что за торговлю предметами, в которых нуждается немецкая армия, виновные будут подвергнуты большому штрафу и тюремному заключению». Несмотря на то, что газета выпускалась бывшими советскими гражданами, все материалы полностью контролировались немецкой комендатурой [8, с.194].

В 1942 году было опубликовано объявление командующим немецкими войсками «Об обязательной регистрации местных жителей в комендатуре и о ношении на груди дощечки с номером». На основании данного объявления местному населению с наступлением темноты до рассвета воспрещалось оставлять свои дома. Каждый гражданин независимо от пола, начиная с 12 лет, должен был обязательно регистрироваться в списках местной комендатуры и носить на груди дощечку с номером регистрации. Оружие, боеприпасы и взрывчатые вещества должны были сдаваться в местную комендатуру. Те, кто не подчинится данному распоряжению, будут арестованы и преданы военному суду [3, л.26.]. На особом счету было еврейское население города. Они обязательно должны были носить на левой стороне груди желтую еврейскую звезду размером 8 см (согласно образцу). Этот еврейский отличительный знак должен быть постоянно легко замечен. Еврей, не носящий знака, будет повешен [2, л.9.].

Жителей сельской местности обложили так называемым продовольственным налогом. Кроме натуральных повинностей, население города и района облагалось так называемым подушным налогом на содержание управы, налогом на перепись населения и прочими поборами.

За семь месяцев пребывания оккупантов на территории Старого Оскола и района жители были обречены на голодную смерть. Всё, что собирали на полях, отправляли в Германию, работающим в каторжных условиях советским людям не всегда выдавались даже

300 граммов хлеба, начисляемых оккупантами за проведённые полевые работы. Фашисты отбирали у жителей все: скот, хлеб, мясо, теплую одежду и даже детские книги и тетради.

Местные жители вспоминают, что во время оккупации на территории города и сельских поселений они забрали и увезли с собой большое количество коров, птицы, молочных и зерновых продуктов. «Во время войны мне было 12 лет, – вспоминает Чурсин Николай Филиппович (с.Верхнеатаманское). В нашем селе во время оккупации немцы забрали коров из личного хозяйства моего брата и сестры. У них были свои семьи и маленькие дети. Как-то раз летом моя старшая сестра Наташа пригнала из лога Каменка гусей. Только гуси встали, увидев незнакомцев (немцев), как один из немцев вскинул автомат и убил гуся-вожака стада. Наташа страшно перепугалась и еле удержалась на ногах, а немцы гуся забрали себе и сварили на обед. После оккупации в нашем селе 120 домов, школа и скотные дворы – всё было сожжено немцами. В нашу хату попал снаряд. В округе валялось много мин, гранат, снарядов. Рискуя своей жизнью, я вместе со сверстниками помогал сапёрам уничтожать смертоносное оружие [4, с.287].

«А у нашей соседки, – дополняет Панарина Мария Васильевна (с.Меловое), – жили немцы. Они без разрешения хозяев ловили кур, брали яйца, молоко. Если она что-то прятала от них, то они ее били. Я видела, как она часто плакала» [4, с. 201]. Другую историю вспомнил Шабанов Николай Васильевич (с. Городище): «Мимо нашей хаты на пастбище гнали два стада коров. Фашисты выбрали лучших и тут же их подоили. Никогда не забуду, как моя мама стала доить свою корову, а фашист выбил у нее стул и страшно закричал: «Матка, я сам!» А нам – детям, ничего не оставалось делать, как идти, брать кружки и к немцам идти просить молоко от своей коровы» [4, с.287]. Слова «курки, яйки, млеко» стали хрестоматийными, и они прекрасно отражают стиль поведения немцев на оккупированных территориях и их методы обращения с местным населением.

Оккупанты отбирали у жителей все мало-мальски ценное: одежду, домашнюю утварь, расшитые льняные полотенца, салфетки, самовары, иконы, часы. В документах штаба партизанского движения Воронежского фронта также указывалось на то, что солдаты противника мародерствовали везде и повсюду. Они часто отправляли посылки домой. В посылках было - мука, неразмолотое зерно, домашние вещи, сало, масло. Итальянцы много посылали русских икон. Сохранились воспоминания наших солдат и о том, что у пленных немцев находили узелки с золотыми и серебряными цепочками, кольцами и даже с золотыми зубными коронками, которые, не гнушаясь, вырывали изо рта у мертвых, а, иной раз, и у живых людей. Вывозили они в Германию (даже страшно об этом сказать) человеческие волосы и кожу. Землю нашу – чернозём Курский и Воронежский, они вывозили вагонами в Германию. Моя мама (Игнатова В.Т.), которую во время войны угнали в Германию на

принудительные работы, рассказывала, что почва в той местности, где ей пришлось работать, была глинистой и очень каменистой. Куда уж ей сравниться с черноземами нашего края! [7, с.277].

Местные жители питались очень скудно, многие голодали. Летом дети и взрослые, особенно те, что жили в сельской местности, ходили в лес. Там собирали грибы, дикие яблоки и груши, ягоды, орехи, съедобные травы. В поле рвали полевой чеснок, сурепку, купыри, собирали желуди, прошлогодний мерзлый картофель, побеги клена, липы, шелковицы. Мальчишки лазили по деревьям и из гнезд птиц доставали яйца, употребляли их в пищу. Иногда взрослые ходили на пепелище в город, где раньше были продуктовые магазины и лавки, находили остатки каких-то продуктов: немного горелой муки, слипшиеся комочки карамели, жмых. Горожане, проживающие рядом с Корневской мельницей, бегали на пожарище, чтобы добыть зерно для пропитания. Некоторым смельчакам это удавалось, только зерно было обгоревшее и почти не пригодное в пищу. «Нас у мамы было двое, я и мой брат Вова, – вспоминает Валентина Ивановна Русанова (сл. Ездоцкая). Продукты закончились, осталась в подполе только одна свёкла. Мама собрала последние свои вещи и пошла их менять на колхозный рынок. Если ей вещи не удавалось продать в Старом Осколе, то она собиралась в долгий путь со своими соседками. Они шли тайком менять вещи в ближайшую деревню на свой страх и риск. Ведь немцы запрещали перемещение из одного населенного пункта в другой, особенно ночью» [1].

Уже осенью 1942 года в Старом Осколе детей старшего возраста по повесткам комендатур заставили прибыть в здания, определённые оккупантами под учебные заведения. Детям объяснили, что начнутся занятия по новой учебной программе с изучением Закона Божьего, и повели в собор Александра Невского. Там они прослушали молебен, после чего молодёжь распределили по классам и группам. Основная задача «немецких школ» заключалась не в обучении, а в воспитании послушания и дисциплины. Много внимания уделялось вопросам гигиены и здоровья. По мнению Гитлера, советский человек должен был уметь писать и читать, а большее ему не требовалось. Теперь стены школьных классов вместо портретов Сталина украшали изображения фюрера. Вспоминает Русанова Валентина: «Недалеко от нас была местная начальная школа. Занятия в этой школе начались с началом учебного года. В основном мы писали карандашами (простыми и химическими), иногда водой разводили сажу из печной трубы и получались самодельные чернила. Бумаги не было, писали на старых газетах. Немцы дали строгое указание, где встречались в газете слова: Советский Союз, Красная Армия, Сталин, коммунисты – все это надо было затушевывать карандашами! За цензурой очень внимательно следили местные полицаи и старосты» [1]. Для изготовления ручки для письма дети выстругивали палочки, вставляли перо и привязывали

его веревочкой. «Черные чернила мы получали из черных семечек, которые кипятили, а красные делали из бузины...» [4, с. 213]. Носили их на шее в пузырьках, подвешенных за веревочку. Чаще всего пузырьки с чернилами прятали под одежду, чтобы они зимой не замерзали»[4, с.234].

В пионерском парке им. А.М. Горького (историческая Нижняя площадь Старого Оскола) венгры снесли памятник В.И.Ленину. На его месте поставили крест и большой венок, на ленте было написано: «Русские, венгерская армия принесла Вам Землю, Веру и Свободу». В ноябре 1942 года всем бургомистрам районных управ Курской области поступила директива от обербургомистра. В ней подчеркивалась, что уважение к героизму павших немецких солдат требует сделать все возможное, чтобы их могилы содержались в достаточном порядке. Районные руководители должны побуждать старшин и деревенских старост к регулярному уходу за германскими солдатскими могилами». В документе с присущей немецкой пунктуальностью предписывались правила ухода за могилами как братскими, так и одиночными на сельских кладбищах, порядок ограждения могил, установки на них березовых крестов и сохранение предметов памяти (шлемов и др.), оставляемых на местах погребений [8, с.99].

Под видом закрытого театра в Старом Осколе существовал публичный дом для офицеров. Под угрозой смерти самих женщин и их родственников туда загоняли голодных запуганных девушек. Тех, кто заражал немецких офицеров венерическими болезнями, отправляли в городскую тюрьму, где впоследствии расстреливали. Особо опасались немцев молодые девушки и женщины, боясь быть изнасилованными. Игнатова Валентина рассказывала, что еще до отправки в Германию они специально одевались в рваные и грязные телогрейки и платья, лицо густо мазали сажей из дымоходов, чтобы немцы не обращали на них внимания [4, с.288]. Однако тяжелая участь лишиться Родины не миновала и старооскольцев. За время оккупации из Старого Оскола в Германию было угнано на принудительные работы 2737 юношей и девушек [7, с.275].

Особенно часто оккупанты отбирали у местных жителей теплую одежду. Это, в некотором смысле, даже понятно: морозы зимой 1942-43 гг. стояли лютые, а немцы не имели зимней формы, поскольку командование полагало, что война продлится несколько недель. Оккупанты забирали теплые шапки, зимние пальто, платки, шарфы, шубы, валенки, все, что удавалось найти в домах. Часто раздевали людей прямо на улице. Забирали простыни и скатерти, чтобы сшить себе подобие маскировочных халатов.

Федотова Алевтина Матвеевна (на момент начала войны была подростком) из поселка Углы Старооскольского района вспоминает: «Больше всего мы (дети и мама) плакали, когда зимой немец забрал у нашей мамы единственное зимнее теплое пальто. Он вошел в наш дом

и увидел на вешалке, висящее пальто. Мамино пальто было с лисьим воротником. Быстро его сорвал, затем ушел в соседний дом и приказал хозяйке отпороть воротник, сшить для него теплый головной убор, обшить его штаны изнутри лисьим мехом, чтобы ему было не холодно в морозы. Затем он забрал оставшиеся кусочки меха с собой, а ватное пальто приспособил для своей лошади» [1].

Валерий Денисов (13-летний староосколец) во время войны ежедневно вёл дневник. Сегодня его дневник является экспонатом Старооскольского краеведческого музея. Эти пожелтевшие и потёртые от времени тетради вместили в себя весь ужас оккупации. Строчки, написанные фиолетовыми чернилами, выцвели, некоторые слова едва удаётся разобрать. Другой подросток Лёня рассказывает о том, что происходило с ним и с его родными, начиная со второго июля 1942 года, когда город захватили фашисты. Мальчик рассказывает о жителях Ездоцкой слободы, которые пришли в сельскую управу для отправки в Германию, о том, как первого сентября для детей немцы открыли гимназию в церкви на Гумнах. В дневнике он описывает жизнь оккупированного города: «1 января, 1943 год. Температура – 5 градусов. Идёт целый день снег, тает. Немцы встречали Новый год хорошо. В 12 часов весь город был освещён ракетами». Мальчик не прекращал вести записи даже во время обстрелов и бомбёжек. День освобождения нашего города описывает другой подросток Эдуард Кравцов (10 лет): «В день освобождения воцарилась с утра пугающая тишина. Где-то часов в десять мы, мальчишки, вышли на улицу в ожидании чего-то. Мороз, солнце, воздух с синевой. Сама природа притихла, ни ветерка. И вот из-за угла кладбища появился «козлик» без тента, облепленный нашими, русскими бойцами. Все в полушубках, с автоматами. За первой машиной последовали другие. Красноармейцы бросились к детворе, берут на руки, плачут. Я запомнил, как один, видимо, старший, плачет и приговаривает: «Дети! Дети! Сколько нас полегло, чтобы вы были живы». Я и сейчас не могу без слез это вспоминать. И пошла наша до боли родная армия. Столько техники – и еще больше уверенности, что теперь немцу придет конец» [9]. А вот каким 5 февраля стало для другого старооскольского подростка. Из дневника школьника Леонида Фролова мы читаем: «5 февраля 1943 года. Утром, когда мама пекла хлеб, я взлез на печку погреться. Что-то загавкала собака Марсик. Мама подумала, что это немцы и подошла посмотреть к окну. Она увидела красных бойцов и не поверила. Бойцы шли с того берега реки, их было человек тринадцать. Весь наш бережок выбежал встречать наших бойцов. Было радостно до слёз. Бабы плакали и целовали их».

5 февраля 1943 года бойцы 107 стрелковой дивизии 40-й армии Воронежского фронта решительным штурмом приняли непосредственное участие в освобождении Старого Оскола от немецко-фашистских захватчиков. В ходе проведения операции по освобождению Старого Оскола и Старооскольского района погибло около 7 000 советских бойцов воинских

частей 40-й армии Воронежского фронта. Старооскольская газета «Путь Октября», вышедшая 19 февраля 1943 года, сообщала: «Мужественные бойцы гвардии генерал-майоров. Бежко первыми ворвались в город. Рукой славного воина-арутюновца тов. Медведева было водружено над городом Красное Знамя». Предположительно, Красное Знамя Победы было установлено на здании городской почты (современное здание Старооскольского краеведческого музея).

Огромный материальный ущерб нанесла Оскольскому краю Великая Отечественная война. В городе и районе было разрушено 33 общественных здания, 1849 коммунальных и частных жилых домов, 29 объектов торговли и общественного питания, 84 учебных заведения, 49 культурных и 23 медицинских объекта. По самым скромным подсчетам материальный ущерб составил 97 136 901 рублей [5, с.439].

Память о героях увековечена нашими земляками-старооскольцами. На территории города и района находятся 30 братских могил. Они хранят останки тысяч известных и неизвестных солдат и офицеров Красной Армии, отдавших жизнь за свободу страны. Мы свято храним в своих сердцах имена тех, кто пал на ратном поле – битвы смертью храбрых!

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архив кафедры гуманитарных наук СТИ НИТУ «МИСиС». Папка № 4. Великая Отечественная война.
2. Государственный архив Курской области, Ф. 86 с. ОП.1.Д.4. Л.9.
3. Государственный архив Курской области, Ф.1.ОП.1. Д.1.Л.26.
4. Дети войны: голос правды. Воспоминания детей войны Белгородской области. Губкин: Губкинская типография, 2015. 316 с.
5. Никулов А.П. Оскольский край (рассуждения по поводу...): монография / Отв. редакторы: З.З. Мухина, С.В. Канныкин, Л.Н. Пивоварова. Москва: РОСА, 2019. 458 с.
6. Никулов А.П., Григорьев Э.И. Старый Оскол. 1593-1993. Белгород: Везелица, 1992. 110 с.
7. Пивоварова Л.Н. Использование «восточных рабочих» в интересах военной экономики Германии. Материалы международной научно-практической конференции «Материальный фактор и предпринимательство в повседневной жизни населения России: история и современность», Санкт-Петербург, 2016. 424 с.
8. Цена предательства: коллаборационизм на территории Курской области в 1941-1943 годах и его социально-правовые последствия: монография / В.В. Коровин, А.Н. Манжосов, Е.А. Головин, В.А. Коровин; Юго-Зап. Гос. Ун-т. Курск, 2016. 384 с.



9. Шестакова С. Война глазами десятилетнего мальчишки / С. Шестакова // ПравославноеОсколье, 2015.

## ОККУПАЦИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРАВДА, НЕ ПОПАВШАЯ В УЧЕБНИКИ ИСТОРИИ

Залюбовская В.В.<sup>1</sup>, Богданов С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белгородский Юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина, Россия, Белгород  
coloris1996@mail.ru

<sup>2</sup>Губкинский филиал НИТУ «МИСиС», Россия, Губкин  
dr.bogdanov\_sv@mail.ru

***Аннотация.** Статья посвящена началу оккупации Курской области немецкими войсками и их союзниками. Написана на основе впервые вводимых в научный оборот материалах органов государственной безопасности СССР.*

**Ключевые слова:** немецкая оккупация; тотальный террор; психологическая война; геноцид.

## ***THE OCCUPATION OF THE KURSK REGION: THE TRUTH THAT DID NOT GET THE HISTORY TEXTBOOKS***

Zalyubovskaya V.V.<sup>1</sup>, Bogdanov S.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belgorod Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after I. D. Putilina, Russia, Belgorod  
coloris1996@mail.ru

<sup>2</sup>Gubkin branch of NUST MISIS, Russia, Gubkin, Doctor of Historical Sciences  
dr.bogdanov\_sv@mail.ru

***Annotation.** The article is devoted to the beginning of the occupation of the Kursk region by German troops and their allies. Written on the basis of the materials of the USSR state security agencies introduced into scientific circulation for the first time.*

**Keywords:** german occupation; total terror; psychological warfare; genocide

Начало XXI столетия выдвинуло перед мировым сообществом целый комплекс чрезвычайно сложных и острых проблем. Нельзя сказать, что многие из них оказались абсолютной неожиданностью. Именно к таким проблемам следует отнести тенденции фашизации общественного сознания у определенной части населения в отдельных государствах на постсоветском пространстве.

Ретроспективный взгляд на развитие ситуации в некоторых странах ближнего зарубежья – Украине, Грузии, Прибалтийских государствах, - показывает, что усиление симпатий к правым идеологиям шло параллельно с нарастанием антироссийских настроений среди отдельных социальных и возрастных групп населения этих стран. Если после распада СССР и образование независимых государств антироссийские настроения в отдельных из них носили преимущественно вялотекущий инерционный характер, то по мере укрепления Российской Федерации и проявления ее руководством самостоятельной позиции по отдельным вопросам, как внутренней, так и внешней политики, это начало вызывать недовольство у руководства США и ее союзников по НАТО.

Антироссийские настроения на постсоветском пространстве тесно переплелись с тенденциями фашизации общественного сознания. Наиболее ярко это проявилось в странах Прибалтики и на Украине. В этой связи реконструкция подлинных событий регионального уровня в настоящее время представляется чрезвычайно актуальным и практически значимым.

К началу Великой Отечественной войны в состав Курской области входило 66 сельских и 4 городских (в самом Курске) районов. Курская область объединила все районы нынешней Белгородской области, 7 районов современных Липецкой и Орловской области. Население области в 1939 г. составило 3 149 000 человек, из которых 2 831 669 человек проживало в сельской местности [3].

Не случайно немецкое командование придавало большое значение захвату данной области Советского Союза. Одним из подтверждений тому являются сообщения центральных фашистских изданий. Так, 4 ноября 1941 г. немецкая газета «Völkischer Beobachter» («Народный обозреватель») сообщила, что «...немецкой пехотой и танками взят областной город Курск, один из наиболее важных железнодорожных узлов и промышленных центров» [4].

В целом, оккупация Курской области осуществлялась в два этапа: первый – в ходе битвы за Москву осеннего наступления немецкой армии (октябрь-декабрь 1941 г.); второй – в период немецкой наступательной операции «Блау-1» («Синяя-1») (28 июня – начало июля 1942 г.). В ходе первого этапа германским агрессорам удалось оккупировать территорию 50 из 66 сельских районов Курской области (из их 10 были оккупированы не полностью). В ходе второго этапа оккупации германские войска и их союзники захватили территорию восточных и юго-восточных районов области, за исключением 17 сельсоветов Воловского, Больше-Полянского и Тербунского районов (в настоящее время Липецкой области) [2, с. 492].

Районы и райцентры, которые в последующем составили Белгородскую область, также были оккупированы немецкими захватчиками и их союзниками не сразу. В целом, западные районы будущей Белгородской области были оккупированы германскими вооруженными силами и их союзниками уже в конце октября 1941 г., остальная часть подверглась оккупации после летнего наступления немецкой армии в 1942 г. К лету 1942 г. немецким захватчикам удалось полностью оккупировать территорию современной Белгородской области.

Как свидетельствуют архивные документы, нацистский оккупационный режим на территории Курской области просуществовал от 7 (в восточных районах) до 23 месяцев (в юго-западных районах). 9 районов находились в оккупации до 23 месяцев, 2 района – до 18 месяцев, 33 района – до 17 и 22 до 8 месяцев. 14 районов области попали под власть немецкого оккупационного режима дважды [5, с. 8].

Эти порядки обеспечивали немецкие войска и воинские части сателлитов нацистской Германии – венгерские, румынские, итальянские войска. На захваченной территории юго-восточных районов Курской области был установлен особый оккупационный режим – «новый порядок» [1].

Территориально-административное деление на местах осуществлялось на основании того, что существовало здесь при советской власти.

Районные, городские, общественные и сельские управы создавались сразу с приходом немецких войск по всей зоне военной администрации. Персональная ответственность за работу этих органов возлагалась на начальников управ, бургомистров и старост. Все они должны были обеспечить «спокойствие и безопасность» на подчиненной территории, противодействовать проявлениям сопротивления мероприятиям власти, диверсиям, саботажа, создать надлежащие условия для служб, изымали сырье и сельскохозяйственную продукцию.

Полная зависимость и безусловное выполнение всех немецких распоряжений гарантировалось тем, что руководители районов назначались на должности и снимались с них с санкции полевой комендатуры, командующего оперативного тылового района армии или группы армий.

Сразу же после утверждения немецких оккупационных порядков среди отдельных советских граждан стали наблюдаться попытки активного сотрудничества с немецкими оккупационными властями (коллорабационизм). При этом необходимо отметить, что все проявления коллорабационизма встречали поддержку немецких захватчиков.

Основными отличительными чертами этой системы управления являлись следующие:

- 1) неизменный приоритет насильственных мер подавления любого неподчинения или недовольства населения на оккупированных территориях;
- 2) создание специальных учреждений, осуществлявших реализацию системы террора для обеспечения безопасности тыла германской армии и их союзников;
- 3) осуществление политики геноцида вначале к представителям еврейской, цыганской национальностей, а затем и в отношении славянских народов;
- 4) выявление бывших членов ВКП (б), РКСМ, советских активистов, сотрудников НКВД, прокуратуры, судов, лиц, связанных с партизанами, подпольем, просто заподозренных в нелояльности к фашистскому режиму и последующее их уничтожение;
- 5) психологическая обработка проживающего на оккупированной территории населения с целью выработки враждебного отношения к советскому руководству, партизанам, Красной Армии, и лояльного отношения к фашистской Германии;
- 6) изъятие продовольствия у населения;
- 7) тотальный принудительный труд населения на нужды немецкой армии и оккупационной администрации;
- 8) массовый угон населения для работ в Германию;
- 9) поощрение коллаборационизма среди различных групп населения, реализация комплекса мероприятий по созданию видимости возрождения национального самоуправления оккупированных территорий на новых антибольшевистских началах под эгидой Германии.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Архив Управления Федеральной службы безопасности Российской Федерации по Курской области (АУФСБ РФ по Курск. обл.). Ф. 4-го отдела УНКВД. Д. 132. Л. 101.
2. Битва под Москвой. Хроника факта. Люди: в 2-х книгах. Книга 1. М.: ОЛМА-ПРЕСС, 2001. — Кн. 1. — 926 с.: ил
3. Государственный архив Курской области (ГАКО). Ф. Р-3605. Оп. 1. Д. 4. Л. 16.
4. Государственный архив Российской Федерации (ГАРФ). Ф. 7021. Оп. 29. Д. 1049. Л. 1.
5. Курская область в период Великой Отечественной войны Советского Союза 1941-1945 гг. / Сборник документов и материалов. Т. 1. — Курск: Курск. кн. Изд-во, 1960. — 486 с.

## НЕМЕЦКИЙ «НОВЫЙ ПОРЯДОК» НА ТЕРРИТОРИИ СТАРОГО ОСКОЛА И РОЛЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ПОЛИЦИИ В ЕГО УТВЕРЖДЕНИИ

Залюбовская В.В.<sup>1</sup>, Богданов С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белгородский Юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина, Россия, Белгород  
coloris1996@mail.ru

<sup>2</sup>Губкинский филиал НИТУ «МИСиС», Россия, Губкин  
dr.bogdanov\_sv@mail.ru

**Аннотация.** Статья посвящена особенностям установления немецкого оккупационного режима на захваченной территории города Старого Оскола. Рассматривается русская вспомогательная полиция в его утверждении.

**Ключевые слова:** немецкая оккупация; местная профашистская полиция; коллаборационизм.

## GERMAN «NEW ORDER» IN STARY OSKOL AND THE ROLE OF THE RUSSIAN AUXILIARY POLICE IN ITS ESTABLISHMENT

Zalyubovskaya V.V.<sup>1</sup>, Bogdanov S.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belgorod Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after I. D. Putilina, Russia, Belgorod  
coloris1996@mail.ru

<sup>2</sup>Gubkin branch of NUST MISIS, Russia, Gubkin, Doctor of Historical Sciences  
dr.bogdanov\_sv@mail.ru

**Annotation.** The article is devoted to the peculiarities of the establishment of the German occupation regime in the occupied territory of the city of Stary Oskol. Considered by the Russian auxiliary police in its approval.

**Keywords:** german occupation; local pro-fascist police; collaborationism

В самом начале июля 1942 г. Старый Оскол был захвачен немецкими и венгерскими войсками. На территории города и района был установлен немецкий оккупационный режим, контроль за соблюдением которого была возложена на союзников Германии – венгерские военные части. Освобожден Старый Оскол и Старооскольский район от захватчиков были Советской Армией в январе-феврале 1943 года. Безусловно, в рамках одной статьи восстановить все многообразие событий в Старом Осколе в период фашистской оккупации,

вряд ли возможно. Однако, остановимся на одном из наименее изученных вопросов – местная вспомогательная полиция и ее роль в утверждении и поддержании немецкого оккупационного режима.

15 апреля 1943 г. Начальнику Курского управления НКВД полковнику госбезопасности Аксенову были представлены документы. Отправителем являлся заместитель начальника ОО НКВД 305 стрелковой дивизии капитан госбезопасности Ильин. В папке с трофейными документами под грифом «совершенно секретно» была представлена подборка материалов на 33 листах по Старооскольской районной полиции.

Временная инструкция о работе Старооскольской районной полиции, утвержденная Венгерской районной военной комендатурой (Приказ № 114 по Старооскольской городской полиции от 5 января 1943 г.) гласила о следующем.

Предписывалось, что Старооскольская районная полиция осуществляет свои задачи по охране и поддержанию порядка и нормальной жизни населения вверенного района путем борьбы с лицами, нарушающими установленный союзными войсками порядок, а также с лицами, совершающими преступления на территории Старооскольского района.

Эти задачи выполняются непосредственно аппаратом Старооскольской районной полиции, руководимым Начальником полиции по указанию Районной Венгерской Комендатуры, с одной стороны и Начальником Старооскольского Районного Управления, с другой стороны.

Борьбу с политическими преступлениями и преступниками полиция производит порядком и указаниями, исходящими от Венгерской Районной Военной Комендатуры и ей одной она подчиняется [1].

В целом, особенностью управления полицией на оккупированной территории областей Центральной России являлось то, что руководство аппаратом русской полиции осуществляли немецкие и союзные им военные органы совместно с административными лицами органов гражданского управления.

Данное обстоятельство позволяло более эффективно использовать полицию как инструмент устрашения местных жителей и позволяло местной гражданской администрации добиваться проведения в жизнь непопулярных мероприятий среди населения подконтрольных территорий.

После создания в первой половине июля 1942 г. фашистской полиции, в течение 2-3-х недель существовал только один орган на город и район. В аппарате этого органа служили следующие лица: В. Петров - начальник полиции; Н. Чуприна – служил первое время офицером полиции; М. Седунов – заместитель начальника полиции; Н. Дородницын –

офицер полиции. Кроме того, в этот период уже подбирался штат участковых полицейских из расчета на 100 жителей одного человека.

Районная полиция обслуживала 4 района: Старооскольский, Шаталовский, Ястребовский и Ясеновский (назывался он тогда Нижне-Гниловский). Всего было 7 участков, начальниками которых являлись назначенные Петровым офицеры полиции: Степичев, Котляров, Сотников, Саплин, Чаркин, Прокудин и Толстых. В подчинении их находились старшие полицейские и просто полицейские.

Район был разбит на 7 полицейских участков, во главе каждого участка стоял начальник участковой полиции. В каждом участке было 100-150 полицейских, в городе Старом Осколе было около 30 человек полицейских.

Как отмечал сам бывший начальник Старооскольской городской полиции Петров, всего в аппарате полиции работало более 800 человек, преимущественно бывшие кулаки, разный уголовный элемент, дезертиры из Красной Армии.

Таким образом, основным и решающим критерием отбора в профашистскую полицию города Старого Оскола являлась ненависть к советскому строю. Утверждение же оккупационных властей о том, что подбор в новые органы власти честных людей, с чистой биографией было изначальной фикцией и демагогией.

Первоначально Старооскольская городская полиция под руководством ее начальника Петрова несла патрульную службу, производила обыски у советского населения, задерживала граждан. При участии начальников участков и полицейских были установлены оставшиеся в городе Старом Осколе коммунисты и взяты на учет.

Создав полицию, Петров направлял ее работу на выявление коммунистов, партизан, активистов советской власти, советских разведчиков и лиц, осуществлявших антифашистскую деятельность.

Венгерским комендантом Петрову было приказано, чтобы полиция имела тайную агентуру. Этот приказ он передал подчиненным ему начальникам участковых полиций. Работу по вербовке в тайные агенты он возложил полностью на начальников участковых полиций.

Тайные агенты нужны были для выявления коммунистов, советских активистов, но Петров утверждал, что сам вербовкой агентуры не занимался, а возложил эту работу на начальников участковых полиций и требовал от них выполнения его распоряжений.

На связи с Петровым было 2 агента – Стрелков и Лотоцкий, которые являлись тайными агентами полиции [2].

В приказе № 10 по Старооскольской полиции от 25.09.1943 г. отмечалось следующее: «В последнее время работниками полиции немало сделано полезного на пользу союзной



армии и всего честного народа, как по борьбе с партизанщиной, а также за укрепление порядка на местах. Но наряду с хорошими результатами в работе еще имеют место весьма отрицательные факты. Так, в селе Курском была уварована корова и действия полиции оказались безуспешными, что дает право подозревать саму полицию данного села. Ведь не настолько обширное Курское в своих территориях, чтобы сразу не найти следы хищения» [3].

Оккупационные власти требовали от работников полиции полного повиновения, пресекая все самовольные действия. Так, Городская управа Курска 16 марта 1942 г. вынесла решение о расстреле 2 полицейских А.А. Кобылкина-Макарова и П.И. Хрустанова, которые 22 февраля 1942 г. приехали в село Виногробль и, объявив себя первый - начальником гестапо, а второй – его личным секретарём, стали ходить по дворам, вести допросы крестьян, под угрозой требовали сообщить, у кого имеется излишки хлеба. 25 февраля 1942 г. Кобылкин-Макаров и Хрусталев произвели обыск у старосты колхоза «Красная заря» Т. Дедова [4].

Итак, разнузданность, аморализм и преступная деятельность стали характерными чертами служащих русской вспомогательной полиции в Старом Осколе.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Архив Управления Федеральной службы безопасности Российской Федерации по Белгородской области (АУФСБ РФ по Белгор. обл.). Ф. 10. Гр. 1. Оп. 3. Д. 10. Л. 65.
2. АУФСБ РФ по Белгор. обл. Ф. 13. АУД № 9736. Т. 1. Л. 136.
3. АУФСБ РФ по Белгор. обл. Ф. 10. Гр. 1. Оп. 3. Д. 10. Л. 16 об.
4. Архив Управления Федеральной службы безопасности Российской Федерации по Курской области (АУФСБ РФ по Курск. обл.). Ф. 4-го отдела УНКВД. Д. 136. Л. 128.

# СЕКЦИЯ: «ГОРНОЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»

УДК 621.03

## ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ СЕЙСМОУДАРА НА ПРИМЕРЕ ВЕНТИЛЯТОРА, УСТАНОВЛЕННОГО НА ВИБРОИЗОЛЯТОРАХ

**Авдеев В.И., Подгорный И.Е.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*tomm\_sti\_misis@mail.ru*

***Аннотация.** Рассмотрены свободные колебания модели вентилятора на виброизоляторах. Найдены коэффициент изоляции и кинематические граничные условия при сейсмическом ударе. В универсальном комплексе «ЗЕНИТ-95» получены напряжения в элементах модели вентилятора при сейсмическом ударе.*

**Ключевые слова:** сейсмический удар; коэффициент изоляции; «Зенит – 95».

## ESTIMATION OF SEISMIC SHOCK RESISTANCE ON THE EXAMPLE OF THE FAN INSTALLED ON VIBRATION INSULATORS

**Avdeev V.I., Podgorny I.E.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*tomm\_sti\_misis@mail.ru*

***Annotation.** Free vibrations of a fan model on vibration isolators are considered. The isolation coefficient and kinematic boundary conditions for a seismic shock are found. In the universal complex " Zenit – 95", stresses were obtained in the elements of the fan model during a seismic shock.*

**Keywords:** seismic shock; isolation coefficient; «Зенит – 95».

Вентилятор массой 1219 кг закреплен на строительной конструкции посредством 8 виброизоляторов (жесткость одного виброизолятора  $c_z = 98$  кН/м). Введение упругой связи между вентилятором и строительной конструкцией является эффективным средством снижения динамических нагрузок на вентилятор со стороны строительной конструкции при ее колебаниях и ударах, возникающих при движении неуравновешенных масс и сейсмических воздействий.

По ГОСТ РВ 20.39.304-98 [1] вентилятор отнесен к группе исполнения 1.2.2 (аппаратура, устанавливаемая на системах местной виброизоляции). Одним из требований для изделий группы исполнения 1.2.2 является стойкость к сейсмоударному воздействию с длительностью полуволн 30-50 мс и амплитудой ускорения  $a = 50$  м/с<sup>2</sup> (5g).

Расчетная модель (рис. 1) представляет собой сочетание объемных, пластинчатых и стержневых элементов с равномерно распределенной массой. Виброизоляторы смоделированы связями конечной жесткости.

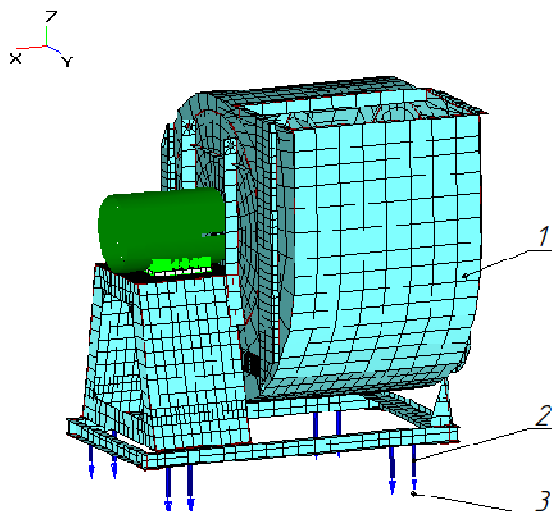


Рис. 1 – Расчетная модель:

- 1 – вентилятор, 2 - виброизоляторы (связи конечной жесткости);
- 3 – узлы закрепления (заданные перемещения)

Импульс силы от сейсмического удара

$$I = ma\Delta t = 1219 * 50 * 0,03 = 1828 \text{ Н*с}, \quad (1)$$

где  $m = 1219$  кг- масса вентилятора;

$a = 50$  м/с<sup>2</sup> - сейсмоударное воздействие амплитудой ускорения;

$\Delta t = 0,03$  с – время действия импульса.

В соответствии с теоремой импульсов вентилятор получает за время действия импульса скорость в направлении действия импульса

$$V_0 = I/m = 1828/1219 = 1,5 \text{ м/с}^2 \quad (2)$$

Перемещение вентилятора за время действия импульса  $\Delta t = 0,03\text{с}$  стремится к нулю. По окончании действия импульса при  $t = 0$  вентилятор имеет нулевое смещение и скорость  $V_0$  [3]. Далее (при  $t > 0$ ) система совершает свободные колебания по оси  $z$ , описываемые уравнением для одномассовой модели (демпфирование не учтено – консервативный расчет)

(3)

решением которого является выражение вида

$$m \ddot{z} + cz = 0$$

$$z = C_1 \cos \Omega t + C_2 \sin \Omega t \quad (4)$$

где  $\Omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$  - угловая частота,  $\text{с}^{-1}$ ;

$C_1$  и  $C_2$  – постоянные интегрирования, определенные из начальных условий. При  $t_0 = 0$

$$C_1 = z_0 = 0$$

$$C_2 = \frac{\dot{z}_0}{\Omega} = \frac{I}{m\Omega} \quad (5)$$

Угловая частота колебаний одномассовой модели

$$\Omega = \sqrt{\frac{nc_z}{m}} = \sqrt{\frac{8 * 98 * 1000}{1219}} = 25,4 \text{ с}^{-1} \quad (6)$$

где  $n = 8$  – количество виброизоляторов;

$c_z = 98 \text{ кН/м}$  – жесткость одного виброизолятора.

Виброизоляторы при ударном воздействии на вентилятор выполняют функцию изоляции от удара с коэффициентом изоляции  $\gamma$ , определяемом по зависимости, приведенной в [3]

$$\gamma = 2 \sin(\Omega \Delta t / 2), \quad (7)$$

который в рассматриваемом случае равен 0,743, что означает действие на опоры вентилятора ускорения от сейсмоудара величиной

$$\gamma \times a = 0,743 \times 50 = 37,2 \text{ м/с}^2$$

С учетом ускорения свободного падения ( $9,81 \text{ м/с}^2$ ) максимальное ускорение на вентилятор составляет  $47,0 \text{ м/с}^2$ , которое было задано в качестве статической нагрузки в

программном комплексе Зенит-95 [2], реализующим метод конечных элементов. Определены напряжения в элементах вентилятора (рис. 2).

Вентилятор на изоляторах совершает колебания, описываемые уравнением, полученным из выражения (4)

$$z = \frac{I}{m\Omega} \sin\Omega t \quad (8)$$

После подстановки расчетных значений в уравнение (7) получено конечное уравнение движения вентилятора по оси  $z$  ГСК под действием сейсмического ударного импульса

$$z = -0,059 \sin 25,4t \quad (9)$$

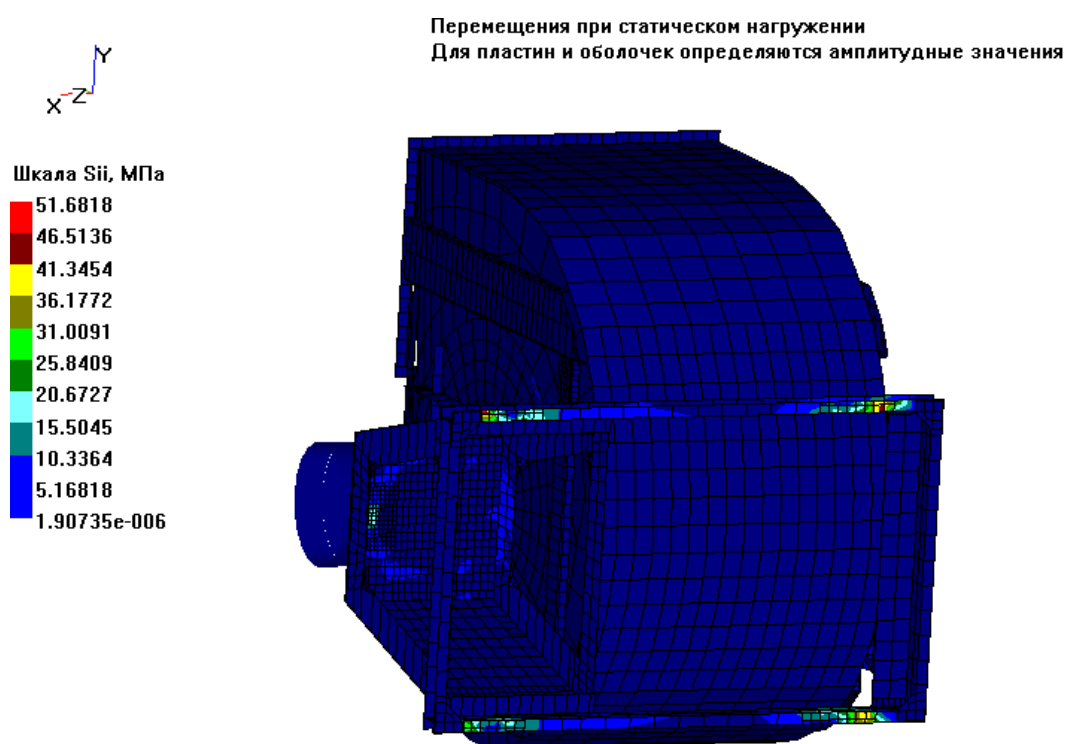


Рис. 2 – Эквивалентные напряжения от совместного действия силы тяжести и сейсмического удара

Исследовав функцию (9) определили, что наибольшие перемещения вентилятора на виброопорах возникают от сейсмической нагрузок при  $25,4 \cdot t = \pi/2 + \pi n$  (рад), где  $n = 0, 1, 2, 3, 4, \dots$ . Первый экстремум возникает при  $t = 0,0618$ с, чему соответствует перемещение на величину  $z = -0,059$ м.

В результате расчета с использованием многоцелевого универсального программного комплекса Зенит-95 [2] получены частоты собственных колебаний изделия. Первая собственная частота колебаний (рис. 3) составляет 3,94 Гц ( $24,8 \text{ с}^{-1}$ ) и совпадает с частотой

колебаний одномассовой модели, определенной по зависимости (6), что свидетельствует об адекватности законов движения рассматриваемой одномассовой модели и вентилятора.

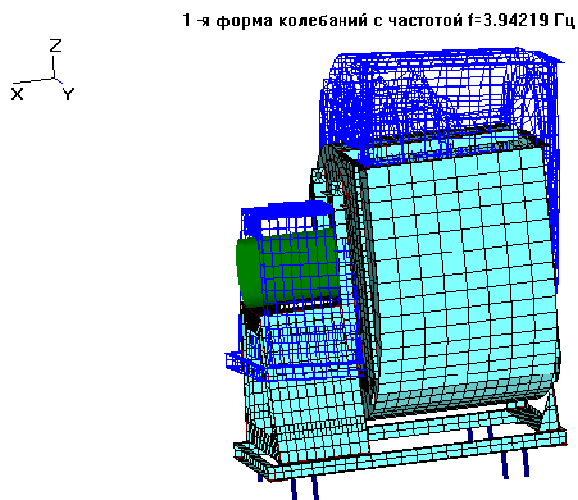


Рис. 3 – Первая форма колебаний

Перемещение  $z = -59$  мм было задано в КЭ модель как кинематическое граничное условие (второй способ моделирования сейсмоудара). Определены напряжения в модели от силы тяжести и перемещений, вызванных воздействием сейсмического удара. Результаты расчета совпали с представленными на рис. 2. Наибольшие эквивалентные напряжения в вентиляторе при установке на виброизоляторах возникают в швеллерах станины и не превышают 51,7 МПа, что значительно меньше допустимых значений для материала швеллера.

Таким образом, при моделировании сейсмоудара ударное воздействие можно задавать посредством статического ускорения, определенного с учетом коэффициента изоляции, или кинематических граничных условий (перемещений), определенных из законов движения модели при ударе. Выбор способа ввода ударного воздействия в КЭ-модель не влияет на результаты расчетов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ РВ 20.39.304-98 Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам.
2. Программа ЗЕНИТ-95. Регистрационный номер паспорта 148 ГАН РФ от 20.02.2003.

3. Бидерман В.Л. Теория механических колебаний: Учебник для вузов.– М.: Высш. школа, 1980. – 408с.

**МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ МЕХАНИЧЕСКОГО УДАРА УНИВЕРСАЛЬНОЙ СТАЛЬНОЙ МАЧТОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ТИПА СТ-S3T-20**

**Авдеев В.И, Подгорный И.Е.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
tomm\_sti\_misis@mail.ru*

***Аннотация.** Методом динамического анализа с использованием универсального комплекса «ЗЕНИТ-95» получены напряжения в конечных элементах модели от воздействия механического удара. Выявлены нагруженные участки и их связь с формами колебаний.*

**Ключевые слова:** динамический анализ; механический удар; формы колебаний; стойкость; напряжения; «Зенит – 95».

**DYNAMIC ANALYSIS METHOD ON THE EXAMPLE OF ESTIMATING THE RESISTANCE TO THE IMPACT OF A MECHANICAL IMPACT OF A UNIVERSAL STEEL MAST STRUCTURE OF CT-S3T-20 TYPE**

**Avdeev V.I., Podgorny I.E.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
tomm\_sti\_misis@mail.ru*

***Annotation.** Stresses in the finite elements of the model from mechanical shock were obtained by the method of dynamic analysis using the «Zenium – 95» universal complex. The loaded areas and their relationship with vibration modes are revealed.*

**Keywords:** dynamic analysis; mechanical shock; vibration modes; durability; stress; «Зенит – 95».

Универсальную стальную мачтовую конструкцию (УСМК) типа СТ-S3T-20 [3] применяют для подъема антенно-фидерных устройств систем подвижной радиосвязи на высоту 20 метров. УСМК представляет собой металлическую мачту (рис. 1), собранную из



сварных секций (поз. 1) с треугольным сечением со сторонами 398 мм. Продольные образующие длиной 2000 мм выполнены из стальных труб сечением 38x2. Поперечная обрешетка сделана из стальных труб сечением 14x3. Основание мачты (поз. 2) опирается на опорную раму. Мачту расчаливают оттяжками (поз. 3) через  $120^{\circ}$ . Оттяжки крепят к анкерам. Оттяжки растянuty усилием предварительного натяжения.

УСМК устанавливают на бетонных площадках, фундаментах, крышах зданий [3]. При установке на крыше здания и наличии рядом источников незначительного ударного воздействия УСМК по ГОСТ 30631-99 [1] относят к группе механического исполнения М38, одним из требований которого для изделий группы механического исполнения М38 является стойкость к воздействию механического удара одиночного действия с пиковым ударным ускорением  $30 \text{ м/с}^2$  (3 g) при длительности от 2 до 20 мс.

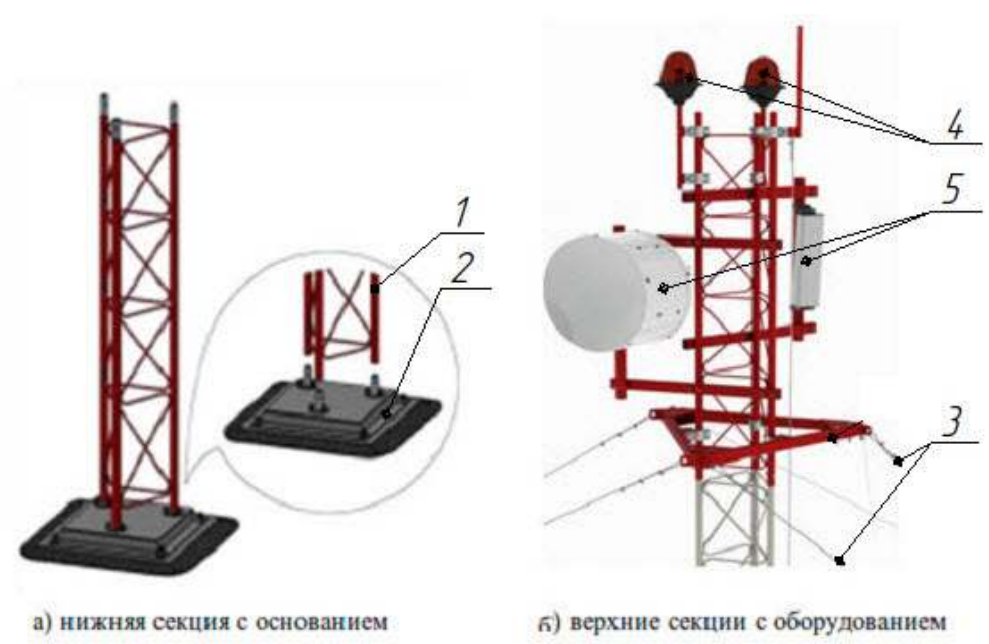


Рис. 1 – Основные элементы УСМК:

1 – сварная секция; 2 – основание; 3 – оттяжки; 4 – система светоограждения; 5 – антенно-фидерные устройства

Для расчетного обоснования стойкости к ударному воздействию (УВ) принята полуволна 20 мс (большой импульс силы). Полуволне 20 мс соответствует частота 25 Гц ( $157 \text{ с}^{-1}$ ). Амплитуде ускорения  $30 \text{ м/с}^2$  на частоте воздействия 25 Гц ( $157 \text{ с}^{-1}$ ) соответствует амплитуда перемещений 1,22 мм. УВ считают приложенными к изделиям в местах его крепления [1].

Расчетная модель УСМК (рис. 2), выполненная в многоцелевом универсальном программном комплексе Зенит-95 [2], представляет собой сочетание объемных, пластинчатых и стержневых элементов с равномерно распределенной массой. Оттяжки

заданы гибкими нитями с предварительным натяжением 1500 Н. Фонари смоделированы сосредоточенными массами. Модель закреплена в узлах крепления оттяжек и основания. На узлы крепления КЭ модели наложено ограничение на перемещения по осям  $y$  и  $z$  глобальной системы координат (ГСК). На узлы крепления КЭ-модели на интервале времени  $T = 0 \dots 0,020$  с шагом  $\Delta t = 0,0005$  с задано перемещение против оси  $x$  ГСК (1,22 мм) в форме полуволны.

В результате расчета определены частоты и формы собственных колебаний. Обнаружено 40 частот и форм собственных колебаний расчетной модели в диапазоне  $0 \dots 100$  Гц. Низшая расчетная частота колебаний составила 5,92 Гц.

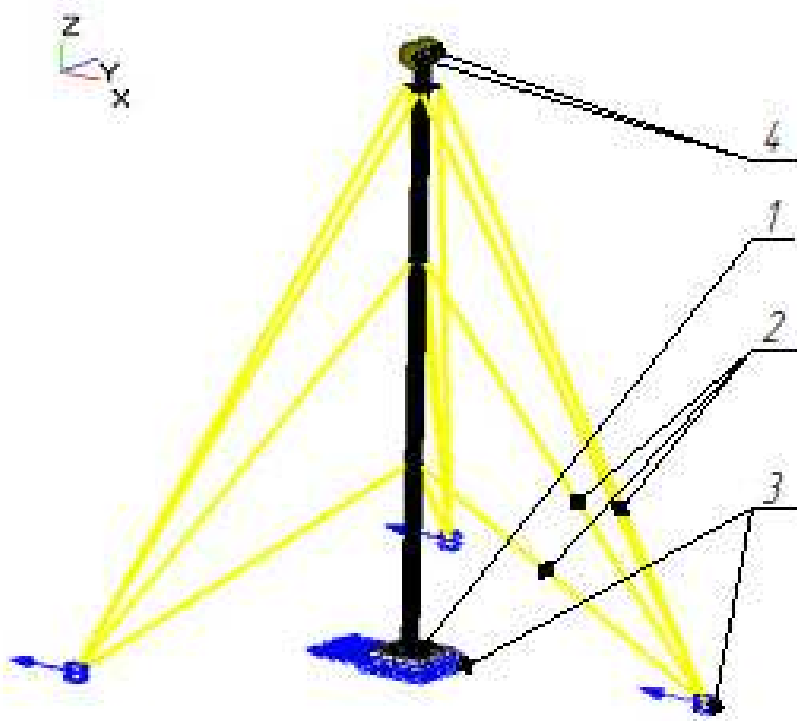


Рис. 2 – Расчетная модель УСМК:

1 – основание; 2 – оттяжки; 3 - узлы крепления; 4 - фонари

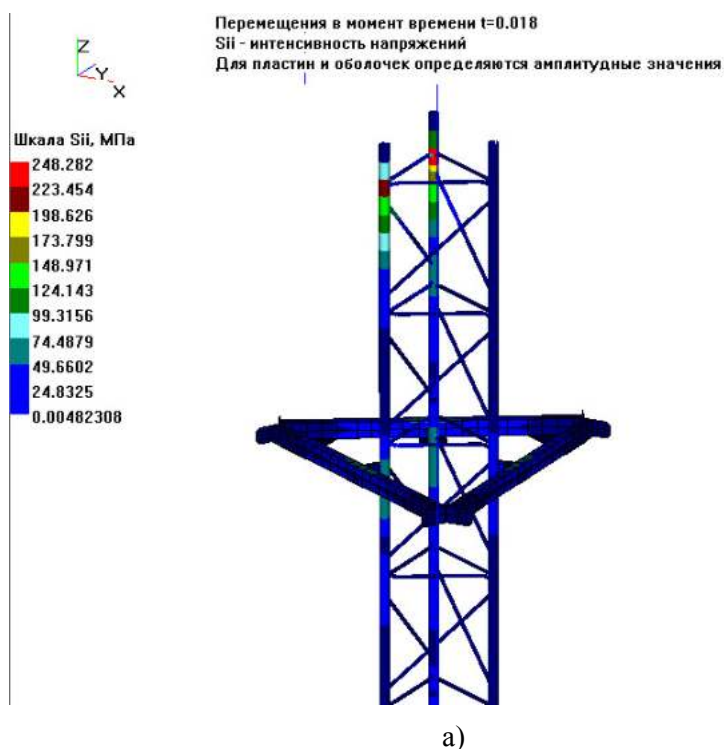
Методом динамического анализа определены напряжения в УСМК от силы тяжести и УВ. Наибольшие эквивалентные напряжения возникают в стержнях мачты в области закрепления фонарей светоограждения при  $t = 0,018$ с и составляют 248 МПа (рис. 3а). Наибольшие эквивалентные напряжения в основании возникают при  $t = 0,0045$ с и составляют 193 МПа (рис. 3б).

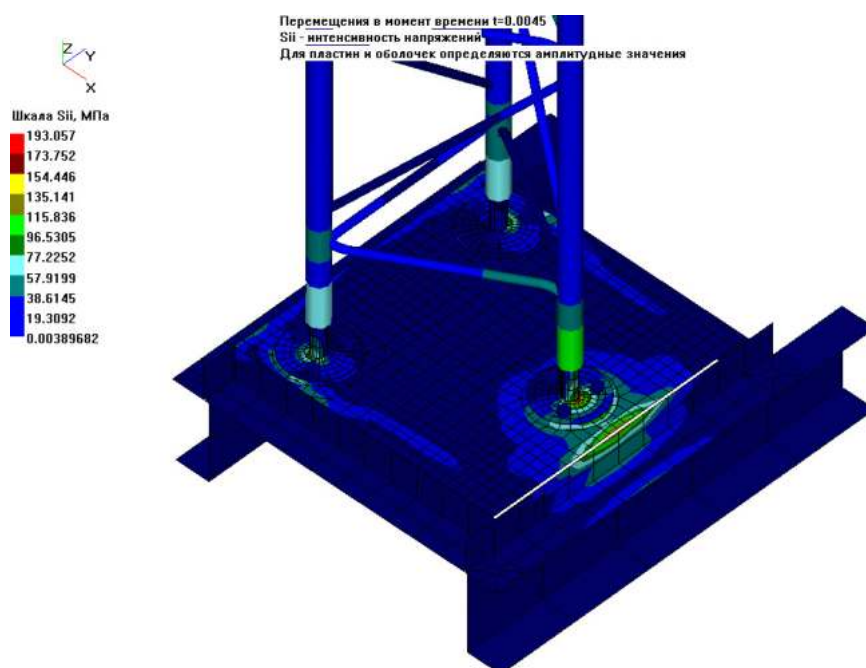
Следует отметить, что значительные по величине напряжения возникают в элементах конструкции не одновременно, а разнесены во времени, что объяснимо наличием

нескольких частот собственных колебаний. В нашем случае наибольшие напряжения в УСМК возникают при  $t = 0,018\text{с}$  (рис. 3а) на восьмой форме колебаний (частота 13,9 Гц). Наибольшие напряжения в основании возникают при  $t = 0,0045\text{с}$  (рис. 3б) на двадцать шестой форме колебаний (частоте 55,5 Гц).

При расчете статическим методом, как правило, учитывают несколько первых форм колебаний, пренебрегая высшими формами. Пренебрежение высшими формами колебаний многомассовых моделей может привести к пропуску опасной формы колебаний и некорректным выводам.

Применение метода динамического анализа позволило оценить изменяющееся с заданным шагом (принято  $\Delta t = 0,0005\text{ с}$ ) напряженное состояние в деталях УСМК и выявить наиболее нагруженные участки мачты при ударном воздействии.





б)

Рис. 3 – Фрагменты УСМК с наибольшими эквивалентными напряжениями:  
 а – фрагмент УСМК с наибольшими напряжениями в мачте; б – фрагмент УСМК с  
 наибольшими напряжениями в основании

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 30631-99 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации.
2. Программа ЗЕНИТ-95. Регистрационный номер паспорта 148 ГАН РФ от 20.02.2003.
3. Универсальная стальная мачтовая конструкция серия СТ-S3Т-2,0 м-50,0 м. Инструкция по сборке и установке. Режим доступа: <https://comtech.ru/>.

## МОДЕЛЬ ОТКАЗОВ ОПОРНЫХ КАТКОВ БАРАБАННОГО ОКОМКОВАТЕЛЯ

**Слободянский М.Г.**

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

455000 Россия, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38

tomz-magtu@yandex.ru

***Аннотация.** В статье представлена аналитическая модель отказов катков барабанных окомкователей, позволяющая на стадии проектирования и эксплуатации моделировать процесс повреждаемости материалов элементов, катков, выходящих из строя по критерию прочности. В основу построения модели положена математическая формализация основных понятий теории надежности деталей машин, базовое уравнение кинетической концепции повреждаемости структуры материалов и термодинамическое условие прочности твердых тел. Модель может быть использована для поиска экономически и технически эффективных решений по повышению долговечности катков барабанных окомкователей изменением условий эксплуатации, конструкции и подбором материалов.*

**Ключевые слова:** Модель отказов; ресурс; долговечность; окомкователь; каток; критерий прочности.

## FAILURE MODEL FOR TRACK ROLLERS OF A DRUM PELLETTIZER

**Slobodyansky M.G.**

Magnitogorsk State Technical University named after G. I. Nosov»

38 Lenin Ave., Magnitogorsk, 455000 Russia

tomz-magtu@yandex.ru

***Annotation.** The article presents an analytical failure model of drum pelletizer rollers, which allows to simulate the process of damage to materials of the elements, rollers that fail by the strength criterion at the design and operation stage. The model is based on the mathematical formalisation of the basic concepts of the reliability theory for machine parts, on the basic equation for the kinetic concept of structure damageability of materials and the thermodynamic strength condition of solids. The model can be used to find economically and technically effective solutions to improve the durability of drum pelletizer rollers by changing operating conditions, design and material selection.*

**Keywords:** Failure model; resource; durability; drum pelletizer; track rollers; strength criterion.

### Введение

В период с 2016 по 2017 гг. в ГОП ПАО «ММК» проведена реконструкция барабанных окомкователей 2,8x10 в соответствии с рекомендациями работы [1], суть которой заключалась в том, что на корпус внутри барабана навариваются 27 швеллеров длиной 10 метров, суммарной массой около 2,8 тонн и на стороне выгрузки устанавливается конусная вставка. После реконструкции уровень положения материала в барабане со стороны разгрузки увеличился на 218 мм, а объема материала на 7,5 м<sup>3</sup>.

Указанные мероприятия позволили повысить производительность барабанных окомкователей 2,8x10, но в связи с увеличением массы конструкции агрегата и объема перерабатываемого материала, возросли нагрузки на опорные конструкции окомкователя, которые отрицательно сказываются на их долговечности и приводят к внеплановым отказам оборудования.

Основными конструктивными элементами, выполняющими опорную функцию и приводящими во вращение барабан, являются опорные и приводные катки. После проведенной реконструкции в ходе эксплуатации окомкователей были выявлены внеплановые отказы опорных и приводных катков по критерию прочности оси. Общий вид приводного катка и фотография катка вышедшего из строя по причине поломки представлены на рисунке 1а и 1б соответственно.

Как показывает практика, в текущих условиях эксплуатации наработка катков не превышает 12000 часов, что не соответствует требованиям НТД. Нарботка катков должна составлять не менее 17520 часов.

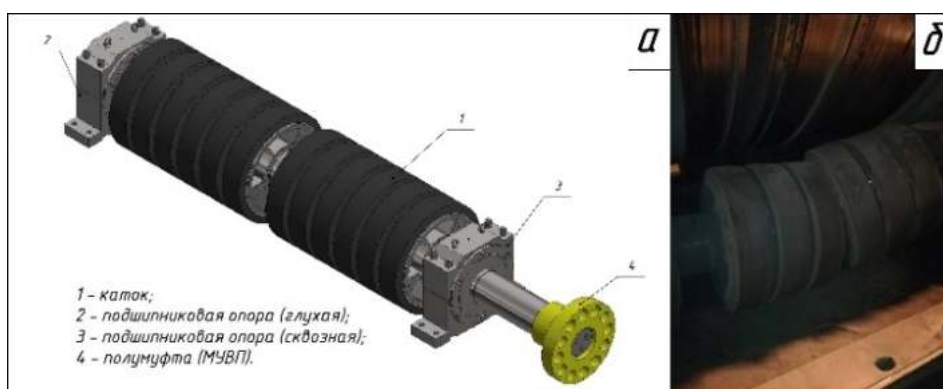


Рис. 1 – Общий вид и устройство приводного катка барабанного окомкователя (а) и фотография катка вышедшего из строя по критерию прочности оси (б)

Для решения указанной проблемы и разработки мероприятий по повышению долговечности катков барабанных окомкователей возникает необходимость в аналитическом прогнозировании их среднего ресурса на стадии проектирования и эксплуатации, без проведения дополнительных лабораторных и практических исследований. Таким образом, целью настоящих исследований является разработка модели отказов катков по критерию прочности материалов их элементов.

### Модель отказов катков барабанных окомкователей

В качестве основы для построения модели отказов катков барабанных окомкователей использованы базовые положения теории прогнозирования надежности деталей машин [2 - 5], а параметром состояния осикатка, как наиболее ответственного элемента конструкции, принимаем плотность энергии  $u_{e,t}$  дефектов структуры наиболее напряженных объемов материала (где возникают напряжения изгиба  $\sigma_u$ ). Отказ катка, при стационарных условиях нагружения, возникнет при достижении величиной  $u_{e,t}$  критического значения  $u_{e*}$  [2 - 5].

Согласно работам [2 - 5], величина среднего прогнозируемого ресурса катка определится по выражению:

$$t_{np} = (u_{e*} - u_{e0}) / \dot{u}_e, \quad (1)$$

$u_{e0}$  - начальное (на момент времени  $t=t_0$ ) значение плотности скрытой энергии  $u_{e,t}$  дефектов структуры материала оси катка [4, 6 - 8].

Среднюю скорость деградации структуры объемов материала оси катка возможно определить согласно [3, 4, 7] по уравнению:

$$\dot{u}_e = \frac{k_{cmp} \cdot k \cdot T_f \cdot U(\sigma_0, T_f)}{h} \cdot \left( \exp\left(-\frac{\bar{U}(\sigma_i, T_f) \cdot V_{am}}{k \cdot T_f}\right) - \exp\left(-\frac{\bar{U}(\sigma_i, T_f) \cdot V_{am}}{k \cdot T_f}\right) \right), \quad (2)$$

где  $k_{cmp} = 2 \cdot (u_{e*} - u_{e0}) / (3 \cdot u_{e*} - u_{e0})$  - коэффициент Ле-Шателье, учитывающий сопротивление структуры материала её повреждаемости [9];

$k, h, V_{am}$  - постоянная Больцмана, постоянная Планка, атомный объем материала;

$\sigma_0$  - среднее гидростатическое напряжение [10];

$\sigma_i$  - интенсивность нормальных напряжений [10];

$T_f = T_0 + (T_* - T_0) / (44 \cdot v_0)$  - средняя по всему объему поверхностного слоя температура разогрева [9];

$T_* = T_0 \cdot (3 \cdot \sigma_T)^2 / ((3 \cdot \sigma_T)^2 - \sigma_u^2)$  - температура разогрева локальных объемов [9];

$\sigma_T$  - предел текучести материала оси катка окомкователя;

$\sigma_u$  - максимальные напряжения изгиба оси катка окомкователя;

$U(\sigma_0, T_f) = U(p_{T,0}) - \Delta U_T(T_f) - A_v(T_f)$  - высота симметричного энергетического барьера [9];

$U(p_{T,0})$  - начальная энергия активации разрушения структуры с учетом теплового давления при  $T_0$  и  $\sigma_u = 0$ , определяемая по методике работ [9];

$\Delta U_T(T_f) = 1,5 \cdot \alpha_0 \cdot K \cdot T_f$  - изменение энергии активации от температуры саморазогрева локальных объемов от  $T = 0^\circ C$  до  $T = T_f^\circ C$  [9];

$A_v(T_f) = M_r^2 \cdot \phi_\sigma^2 \cdot \sigma_0^2 / (2 \cdot K)$  - удельная энергия изменения единицы объема реального кристалла в условиях эквивалентного статического растяжения [9];

$M_r^2 = (\sigma_T \cdot (65 + 0,46 \cdot HV)) / \sigma_r^2$  - коэффициент эквивалентности циклического и статического напряженного состояний [9];

$\bar{U}(\sigma_i, T_f) = U(\sigma_0, T_f) - 0,5 \cdot A_f$  - энергия активации процесса зарождения дефектов (в направлении  $\sigma_u$ ) [9];

$\bar{U}(\sigma_i, T_f) = U(\sigma_0, T_f) + 0,5 \cdot A_f$  - энергия активации процесса уничтожения дефектов (в противоположном  $\sigma_u$  направлении) [9];

$A_f = M_r^2 \cdot \phi_\sigma^2 \cdot \sigma_i^2 / (6 \cdot G)$  - удельная энергия формоизменения единицы объема реального кристалла в условиях эквивалентного статического растяжения [9];

$G$  - модуль сдвига материала оси катка;

$\alpha_0$  - коэффициент линейного теплового расширения материала оси катка.

$K$  - объемный модуль упругости;

$HV$  - твердость по Виккерсу материала оси катка;

$\sigma_r$  - предел выносливости материала оси катка;

$\phi_\sigma = k_\sigma \cdot v_0^{0,5}$  - коэффициент перенапряжения на межатомных связях [9];

$v_0 = T_0 / 870$  - коэффициент неравномерности распределения плотности внутренней энергии по деформируемому объему [9];

$k_\sigma$  - комплексный структурный параметр материала [9].

Для прогнозирования среднего ресурса катка, с использованием предлагаемой модели, необходимо выполнение расчета максимальных изгибающих напряжений. Их оценка возможна с применением классических инструментов теории «Сопротивления



материалов» или метода конечно-элементного расчета, реализованного в различных системах автоматизированного проектирования, таких как AutodeskInventor, SolidWorks, Nastran и других.

Система уравнений (1) - (2) и математических зависимостей для оценки входящих в них параметров представляет собой математическую модель отказов катков окомкователя по критерию прочности материала оси. С использованием предлагаемой модели разработан алгоритм позволяющий рассчитывать средний проектный ресурс  $t_{np}$  катков барабанных окомкователей в заданных условиях эксплуатации.

### **Заключение**

На основе современных достижений теории надежности, физики и механики повреждаемости и разрушения деталей машин сформулирована модель отказов катков барабанных окомкователей по критерию прочности материалов наиболее ответственных элементов. При её разработке учтены основные технологические параметры нагружения, геометрические размеры и физико-механические свойства материалов.

Модель может быть использована для поиска эффективных решений по повышению долговечности катков барабанных окомкователей изменением условий эксплуатации, конструкции и подбором материалов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Фролов Ю.А. Агломерация: технология, теплотехника, управление, экология / Ю. А. Фролов. - Москва: Metallurgizdat, 2016. - 672 с.
2. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.- 560с.
3. Анцупов В.П. Прогнозирование надежности деталей и узлов металлургического оборудования при их проектировании и эксплуатации: учеб. пособие / В.П. Анцупов, А.В. Анцупов (мл), А.В. Анцупов, М.Г. Слободянский. Магнитогорск: изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 114 с.
4. Оценка ресурса деталей и узлов металлургических машин на стадии их проектирования и эксплуатации: Учебное пособие. / А.В. Анцупов (мл), М.Г. Слободянский, В.П. Анцупов, А.В. Анцупов - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. 211 с.
5. Анцупов А.В. (мл.), Анцупов А.В., Анцупов В.П., Слободянский М.Г., Русанов В.А. Особенности проектной оценки долговечности деталей машин в условиях много-и малоциклового усталости//Механическое оборудование металлургических заводов:

междунар. сб. науч. тр./под ред. Корчунова А.Г. Вып. 3. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. -С. 40-47.

6. Экспериментальная оценка долговечности образцов при стандартных испытаниях на растяжение/А.В. Анцупов, М.Г. Слободянский, А.В. Анцупов, В.П.Анцупов//Механическое оборудование металлургических заводов, 2013. -Вып. 2. -С. 27-35.

7. Федоров В.В.Кинетика повреждаемости и разрушения твердых тел. Ташкент: Издательство «Фан» УзССР, 1985. 165с.

8. Федоров В.В. Термодинамические аспекты прочности и разрушения твердых тел. – Ташкент.: Издательство «Фан» УзССР, 1979. – 168с.

9. Федоров В.В. Основы эргодинамики и синергетики деформируемых тел / В.В. Федоров; под ред. С.В. Федорова. - Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО "КГТУ", 2014. - Ч.III. Основы эргодинамики деформируемых тел. - 222с.

10. Беляев Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", 1976. 608 с.

## ЖИДКОСТНО-КОЛЬЦЕВОЙ ВАКУУМНЫЙ НАСОС

**Кравцова О.С.<sup>1</sup>, Рыжков И.В.<sup>2</sup>, Чеканова Н.Н.<sup>3</sup>, Кравчук Л.С.<sup>4</sup>, Беляева И.Н.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Старооскольский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (СОФ МГРИ), Россия, г. Старый Оскол*  
*kravtsova63@list.ru*

<sup>2</sup>*Национальный Научный Центр «Харьковского физико-технического института», Украина, г. Харьков*

<sup>3</sup>*Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, Учебно-научный институт "Каразинский банковский институт" Украина, г. Харьков*  
*natchek1976@gmail.com*

<sup>4</sup>*Белгородский юридический институт МВД России, Россия, г. Белгород*  
*krawtshhuk@mail.ru.*

<sup>5</sup>*Белгородский национальный исследовательский университет, Россия, г. Белгород*  
*ibelyaeva@bsu.edu.ru.*

**Аннотация.** Предложен вакуумный жидкостно-кольцевой насос, в котором цилиндрический корпус установлен с возможностью вращения вокруг своей оси, а внутри полого вала крыльчатка, соосно размещен неподвижно закрепленный на станине патрубок, снабженный окнами и разделенный диафрагмой на входной и выходной каналы, причем в качестве рабочей жидкости могут быть использованы вакуумные масла.

**Ключевые слова:** вакуумный жидкостно-кольцевой насос; подвижный корпус; полый патрубок с разделенными входным и выходным каналами.

## LIQUID RING VACUUM PUMP

**Kravtsova O.S.<sup>1</sup>, Ryghkov I.V.<sup>2</sup>, Chekanova N.N.<sup>3</sup>, Kravchuk L.S.<sup>4</sup>, Belyaeva I.N.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Stary Oskol branch of the federal state budgetary educational institution of higher education Russian State Geological University named after Sergo Ordzhonikidze (SOF MGRI), Russia, Stary Oskol*  
*kravtsova63@list.ru*

<sup>2</sup>*National Scientific Centre «Institute of Physics and Technology», Ukraine, Kharkov*

<sup>3</sup>*V. N. Karazin Kharkiv National University, Educational and Scientific Institute "Karazin Banking Institute", Ukraine, Kharkov*  
*natchek1976@gmail.com*

<sup>4</sup>*Belgorod Law Institute of the Ministry of the Interior of the Russian Federation, Russia, Belgorod,*  
*krawtshhuk@mail.ru.*

<sup>5</sup>*Belgorod State National Research University, Russia, Belgorod*  
*ibelyaeva@bsu.edu.ru.*

***Annotation.** The liquid ring vacuum pump is proposed, that it has cylindrical frame with the ability to revolve a round its axis. Inside coreless axle of the impeller there is a hollow sucker sat concentricity and it has windows and it's separated by the diaphragm on the inlet and outlet canals, though vacuum oils can be used as hydraulic fluid.*

**Keywords:** liquid ring vacuum pump; mobile frame; hollow sucker with separated inlet and outlet canals.

### **Введение**

Как известно [1], механические жидкостно-кольцевые вакуумные насосы применяют для откачки различных газов и смесей, в том числе взрывоопасных и агрессивных и даже абразивных частиц, в химической, целлюлозно-бумажной, горнодобывающей, текстильной, пищевой, металлургической, машиностроительной, фармацевтической, энергетической промышленности, в коммунальном и сельском хозяйстве.

При всех своих достоинствах, таких как технологичность, конструктивная простота, хорошие шумовые качества, надежность в эксплуатации и высокая скорость откачки, все существующие жидкостно-кольцевые насосы, без исключения, имеют два принципиальных недостатка: 1) относительно низкое значение коэффициента полезного действия (к.п.д.) ( $\eta \approx 0,2 - 0,4$ ) и 2) высокое предельное остаточное давление на входе ( $p \approx (2,7 - 9,3) \text{кПа}$ ), которые обусловлены одной и той же причиной – большими потерями мощности на вязкое трение при вращении рабочей жидкости в неподвижном корпусе (до 70% на воде).

Это, во-первых, непосредственно снижает к.п.д. и, во-вторых, не дает возможности применять жидкости с низким равновесным давлением, например, вакуумные масла, у которых вязкость, как правило, в 100 – 300 раз больше, чем у воды. Предложены различные направления развития по улучшению основных параметров таких вакуумных насосов и откачных систем на их базе (см., например, [2,3]).

В настоящей работе предлагается новая конструкция жидкостно-кольцевого вакуумного насоса [4] или вакуумный гидрокольцевой насос ВГКН, к.п.д. которого сильно увеличивается до значений  $\eta \geq 0,8$  и предельное давление на входе снижается до  $p \approx (10^{-2} - 1) \text{Па}$ .

### **Описание конструкции и работы ВГКН**

Известно, что существующий вакуумный насос, например, типа ВВН-1.5М включает в себя неподвижный корпус и эксцентрично размещенную в нем крыльчатку, а подвод и отвод газа осуществляется в нем через лобовину корпуса. Предлагается в упомянутом устройстве типа ВВН-1.5М его корпус установить с возможностью вращения вокруг собственной оси, а внутри полого вала крыльчатки соосно разместить неподвижно

закрепленный на станине патрубков, снабженный окнами и разделенный диафрагмой на входной и выходной каналы.

Такое конструктивное изменение ВВН-1,5М приводит к тому, что при работе насоса крыльчатка, гидрокольцо и корпус вращаются практически с одинаковой угловой скоростью (небольшое проскальзывание создается только трением в шарикоподшипниках вала корпуса). Благодаря этому общие потери на трение снижаются с 70% до 12-20%; при этом к.п.д. возрастает до  $\eta = 0,8 - 0,85$  и появляется возможность использовать в качестве рабочих жидкостей вакуумные масла с равновесным давлением  $p \approx (10^3 - 10^{-4})\text{Па}$ , что позволяет снизить давление на входе вакуумного гидрокольцевого насоса до  $p \approx (10^{-2} - 1)\text{Па}$ .

На рис. 1 показан вид спереди ВГКН (разрез А-А) и показан его вид сверху (разрез Б-Б). Предлагаемый насос состоит из корпуса 1 с рабочей жидкостью, установленного с возможностью вращения на валу 2, который закреплен в подшипнике 3 станины (на рис. 1 не показано). Полый вал 4 крыльчатки 5 закреплен в подшипнике 6 станины. Оси валов 2 и 4 параллельны, и крыльчатка 5 размещается в корпусе 1 с некоторым эксцентриситетом. Внутри полого вала 4 крыльчатки 5 соосно размещается газораспределительный патрубок 7, разделенный продольной диафрагмой 8 на входной канал 9 и выходной канал 10. Патрубок 7 закреплен на станине неподвижно. В каждой секторной ячейке 11 крыльчатки 5 имеются окна 12, а на патрубке 7 напротив окон 12 расположено окно 13 и окно 14. Для привода в движение крыльчатки установлен шкив 15. Для предотвращения подсоса газа через полый вал крыльчатки предназначен гидрозатвор 16.

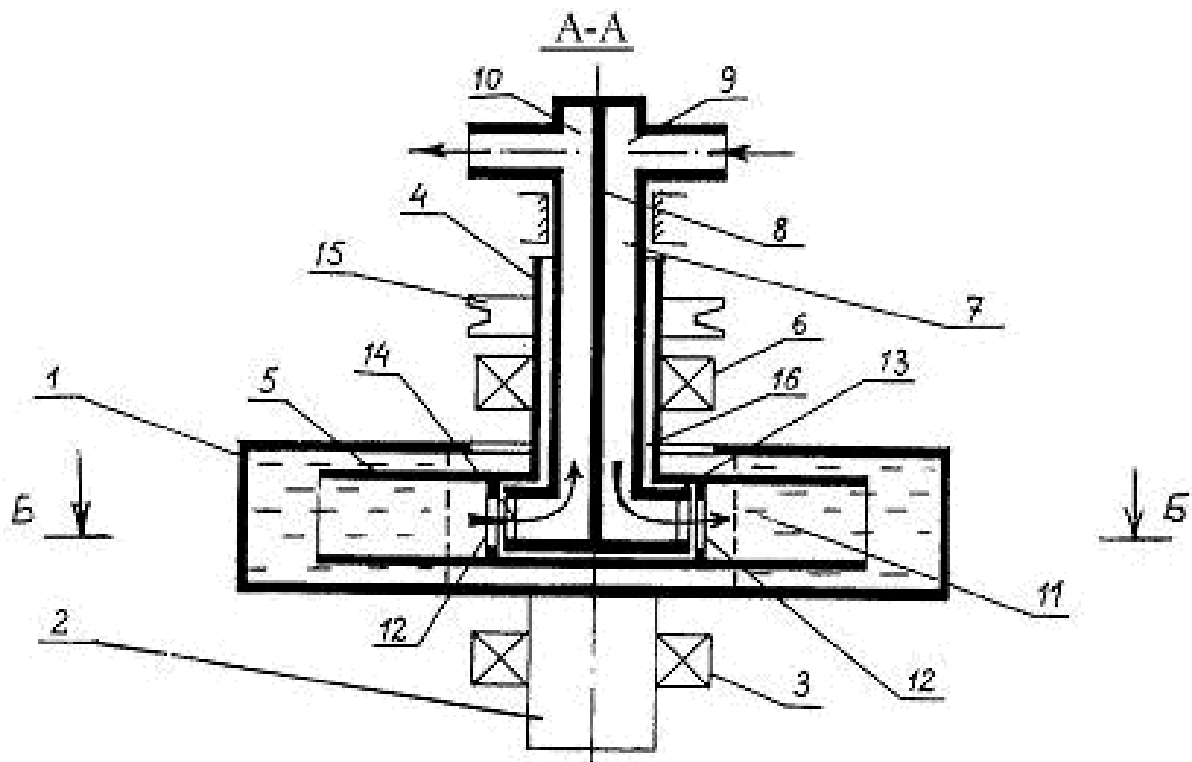


Рис.1 – Вид ВГКН спереди

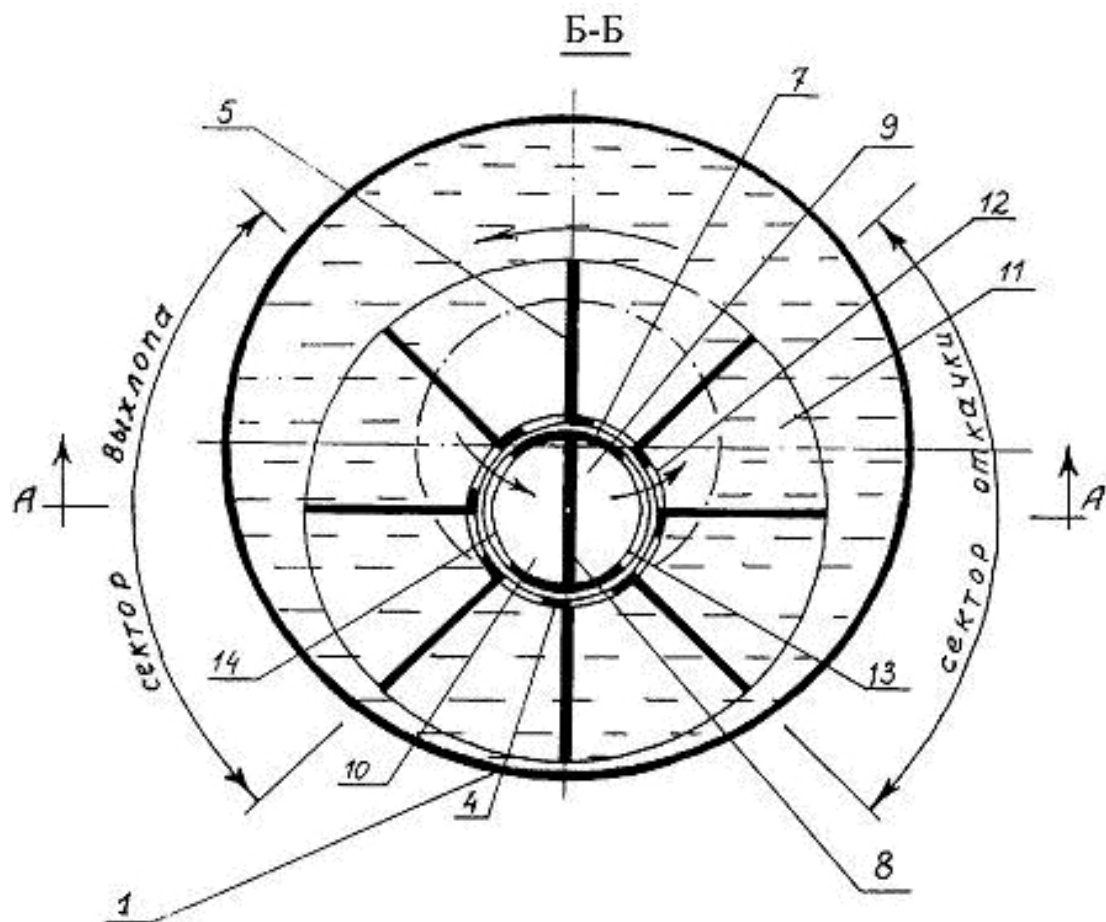


Рис. 2 – Вид ВГКН сверху

Вакуумный насос ВГКН работает следующим образом. Крыльчатка 5 приводится во вращение через шкив 15. При вращении крыльчатки 5 рабочая жидкость (на рис. 2 показана пунктирной линией) за счет вязкого трения передает вращение корпусу 1 и, таким образом, в стационарном режиме крыльчатка 5, рабочая жидкость (гидрокольцо), и корпус 2 вращаются практически с одинаковой угловой скоростью. Небольшое проскальзывание корпуса 1 обусловлено только трением в шарикоподшипнике 3. По мере вращения крыльчатки 5 каждая секторная ячейка 11 периодически погружается в рабочую жидкость, а затем выходит из нее. В фазе выхода секторной ячейки 11 из рабочей жидкости через окно 13 и окно 12 происходит всасывание газа, а в фазе погружения через окно 12 и окно 14 – выталкивание. Подсос газа через полый вал 4 крыльчатки 5 предотвращается гидрозатвором 16. В предлагаемой конструкции рабочая жидкость, кроме основной функции – гидропоршня, также смазывает и уплотняет зазоры между валом крыльчатки и газораспределительным патрубком и осуществляет кинематическую связь между крыльчаткой и корпусом.

### **Выводы**

Таким образом, предлагаемое устройство ВГКН по принципу действия представляет собой жидкостно-кольцевой вакуумный насос со всеми его положительными качествами. Но по сравнению с существующими модификациями таких насосов предлагаемый вакуумный насос ВГКН имеет ряд существенных преимуществ.

- 1) Экономичность – за счет снижения потерь на вязкое трение  $\eta \geq 0,8$ .
- 2) Конструктивную и технологическую простоту – за счет отсутствия клапанов, сальников и более низких требований точности при изготовлении и сборке.
- 3) Более низкое входное предельное давление  $p \approx (10^{-2} - 1) Па$  – за счет использования вакуумных масел в качестве рабочей жидкости.
- 4) В 3-4 раза меньшую металлоемкость – за счет снижения необходимой мощности электрического двигателя и уменьшения габаритов и веса станины.
- 5) Более низкую стоимость изготовления и эксплуатации.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Вакуумная техника: Справочник / Под ред. Е.С. Фролова, В.Е. Минайчева. М.: Машиностроение, 1985.
2. Rodionov Yu.V. Liquid ring vane vacuum pumps. Trends in development of vacuum technology // Transactions of the Tambov State Technical University. 2006. V.12. № 3В. P. 779-784.
3. Родионов Ю.В., Воробьев Ю.В. Обзор теоретических и экспериментальных исследований жидкостнокольцевых вакуум-насосов // Фундаментальные и прикладные

исследования, инновационные технологии, профессиональное образование: Сб. науч. статей. Тамбов, 2006. С.71-76.

4. Рыжков В.И., Камышанченко Н.В., Рыжков И.В., Чеканов Н.А. Вакуумный гидрокольцевой насос // Патент №2240445 Российская Федерация, МПК<sup>7</sup> F04C7/00. Заявитель и патентообладатель Белгородский национальный исследовательский университет. № 2002129832; заявл. 5.11.2002; опубл. 20.06.2008, Бюл.№17.



**РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПОДАЧИ ПУЛЬПЫ В  
ОКОМКОВАТЕЛЬНЫЙ БАРАБАН АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА  
АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»**

**Долганов Д.А., Ганин Д.Р.**

*Новотроицкий филиал ФГАОУ ВО «НИТУ «МИСиС», Российская Федерация, г. Новотроицк  
dimadolganov2@mail.ru , dmrgan@mail.ru*

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы разработки и выбора оборудования для подготовки пульпы и последующей подачи ее в окомковательный барабан для окомкования аглошихты. Оборудование должно включать шаровую мельницу, устройство для подготовки и перемешивания пульпы, дозатор, насос, двухфазные пневматические водовоздушные форсунки, трубопроводы, запорно-регулирующую аппаратуру и др.*

**Ключевые слова:** агломерат; агломерационный процесс; пульпа; бурый железняк; минеральные добавки.

**DEVELOPMENT OF EQUIPMENT FOR PREPARATION AND FEEDING OF PULP  
INTO PUMPING DRUM OF DRUM OF THE AGLOMERATION SHOP JSC «URAL  
STEEL»**

**Dolganov D.A., Ganin D.R.**

*Novotroitsk branch of the National Research Technological University «MISiS»  
dimadolganov2@mail.ru , dmrgan@mail.ru*

***Annotation.** The article deals with the development and selection of equipment for preparing pulp and then feeding it to the pelletizing drum for pelletizing sinter. The equipment should include a ball mill, a device for preparing and mixing pulp, a dispenser, a pump, two-phase pneumatic water-air nozzles, pipelines, shut-off and control equipment, etc.*

**Keywords:** agglomerate; agglomeration process; pulp; brown iron ore; mineral supplements.

Тенденции современного развития доменного процесса требуют увеличения производства окускованного сырья и интенсификации производственных процессов в области агломерации с целью повышения их экономической эффективности, что достигается

в результате роста производительности оборудования, сокращения энергетических и материальных затрат, улучшения качества продукции, снижения затрат труда и использования автоматизированных систем управления технологическим процессом агломаши. Поэтому, важнейшими задачами, стоящими перед черной металлургией РФ и АО «Уральская Сталь» являются увеличение производительности агломерационных машин и повышение качества агломерата.

В АО «Уральская Сталь» подготовка аглошихты из железорудных концентратов КМА к спеканию, включающая ее смешивание и окомкование с увлажнением до 6-8 %, осуществляется в агрегатах барабанного типа СБ-2,8×6 по традиционной схеме, что делает необходимым включение в состав аглошихты зернистых руд (в частности, руды железной сидеритовой ООО «БРУ») [1]. Это позволяет улучшить газопроницаемость шихты, но приводит к снижению содержания железа в агломерате и ограничивает применение тонкозернистых концентратов глубокого обогащения в аглопроцессе. Поэтому увеличение производительности агломаши при повышении (сохранении) качества агломерата с высоким содержанием в аглошихте тонкозернистых концентратов - актуальная задача для аглоцеха АО «Уральская Сталь». Кроме того, важнейшая проблема развития металлургии – техногенные образования, под которые отчуждаются земли, пригодные для сельского хозяйства, а негативное воздействие отходов на окружающую среду, проявляется на территориях, превышающих площади этих земель в несколько раз. При этом железосодержащие отходы черной металлургии являются дополнительным местным источником ресурсов при их переработке. А согласно «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства РФ № 84-р от 25.01.2018 г., главный эффект в решении проблемы отходов связан с вовлечением их в повторное использование.

Поэтому для АО «Уральская Сталь» необходим поиск технически и технологически рациональных режимов подготовки аглошихты, обеспечивающих улучшение ее окомкования при повышенной доле тонкозернистых концентратов, и использующих местное минеральное сырье, в том числе содержащееся в рудных отвалах.

Использование большинства способов интенсификации агломерации железорудных материалов применительно к условиям АО «Уральская Сталь» связано с усложнением технологии, требует значительных затрат на модернизацию оборудования. Поэтому необходимо уделять внимание способам, не требующим больших изменений технологии и состава оборудования. Таким условиям удовлетворяет использование в аглошихте минеральных добавок, улучшающих окомкование и способствующих активизации процессов

минералообразования при спекании. В качестве добавок целесообразно использовать бурожелезняковые руды Новокиевского месторождения, расположенного в 40 км от АО «Уральская Сталь» [2].

Использование местных ресурсов снизит транспортные издержки предприятия, улучшит результаты аглопроцесса, обеспечит комплексное использование минеральных ресурсов в Оренбургской области, решив при этом экологические проблемы с открытыми месторождениями в регионе. Ввод в состав аглошихты бурожелезняковых руд с глинистой пустой породой улучшит результаты окомкования, позволит активизировать жидкофазное спекание, так как рудные минералы благодаря содержащимся в них оксидам кремния и железа образуют соединения типа фаялита, за счет вязкости которого повышаются прочностные свойства агломерата. Добавки-активаторы для улучшения однородности шихты следует подавать с водой при увлажнении аглошихты в виде пульпы.

Целью работы было спроектировать и выбрать оборудование для подготовки пульпы и последующей подачи ее в окомковательный барабан для окомкования аглошихты.

Это оборудование должно включать в свой состав шаровую мельницу, устройство для подготовки и перемешивания пульпы, дозатор, насос, пневмофорсунки, трубопроводы, запорно-регулирующую аппаратуру и др.

В процессе разработки было принято решение остановиться на аппарате вертикального исполнения диаметром 5 м с глубиной заполнения 3,5 м.

Выбор мешалки, профиля лопастей и их количества был основан на критериях: простоты монтажа-демонтажа конструкции; обеспечения прочности и долговечности конструкции, а также качественного высокопроизводительного перемешивания пульпы с поддержанием твердой фазы пульпы во взвешенном состоянии.

В результате была спроектирована конструкция, полностью удовлетворяющая указанным критериям. Общий вид конструкции представлен на рисунке 1.

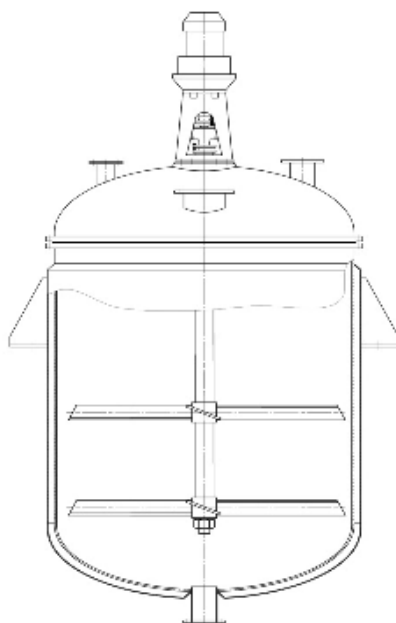


Рис. 1 – Общий вид вертикального перемешивающего устройства

Плотность пульпы, состоящей из воды и бурого железняка равна:

$$\rho_c = 1326 \text{ кг/м}^3.$$

Кинематическая вязкость данной пульпы практически одинакова с вязкостью воды, поэтому в расчетах используется кинематическая вязкость воды при  $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , равная  $\nu = 1,006 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

Используя значения плотности пульпы и ее кинематической вязкости можно сделать вывод, что это – невязкая суспензия. Для ее подготовки выбираем две трехлопастных мешалки. Для трехлопастных мешалок вертикального типа идеальным значением отношения диаметра мешалки к внутреннему диаметру аппарата ( $G_D$ ) является 4 [3].

Принимая внутренний диаметр аппарата  $D = 5 \text{ м}$ , получаем диаметр мешалки  $d_m = 1,25 \text{ м}$ . При внутреннем диаметре аппарата  $D = 5 \text{ м}$  оптимальная высота заполнения аппарата перемешиваемой средой (пульпой) равна  $H = 3,5 \text{ м}$ .

Учитывая параметры перемешиваемой среды, можно прийти к выводу, что оптимальной частотой перемешивания будет  $n = 1,25 \text{ с}^{-1}$ , так как именно такая скорость является необходимой и достаточной для поддержания взвешенных частиц в суспензии, предупреждая выпадение их в осадок на дне перемешиваемого устройства. При вращательном движении жидкости в аппаратах с незначительным гидравлическим сопротивлением внутренних устройств наблюдается образование центральной воронки, сопровождающееся подъемом жидкости у стенки аппарата.

Критерий мощности перемешивания:

$$K_N = 3,87 \cdot z_M \cdot \zeta \cdot K_1; \tag{1}$$

где  $z_M = 2$  – число мешалок на валу;

$\zeta = 0,56$  – коэффициент сопротивления трехлопастной мешалки;

$K_1 = 0,242$  – коэффициент мощности перемешивания.

$K_N = 1,049$ .

Мощность, необходимая для перемешивания:

$$N = K_N \cdot \rho_c \cdot n^3 \cdot d_M^5, \quad (2)$$

где  $K_N = 1,049$  - критерий мощности перемешивания;

$\rho_c = 1326 \text{ кг/м}^3$  – плотность суспензии;

$n = 1,25 \text{ с}^{-1}$  – частота вращения мешалки;

$d_M = 1,25 \text{ м}$  – диаметр мешалки;

$N = 8290,85 \text{ Вт}$ .

На основании полученных в результате расчетов величин, выбираем привод электрический многооборотный, представляющий собой блок асинхронного обдуваемого электродвигателя и клиноременной передачи. При необходимой частоте перемешивания  $n = 1,25 \text{ с}^{-1}$  и мощности, необходимой на перемешивание равной  $N = 8290,85 \text{ Вт}$ , выбираем ПЭМ-65-11/100 с частотой вращения выходного вала  $n = 100 \text{ мин}^{-1} = 1,66 \text{ с}^{-1}$ , передаточным числом  $U = 14,5$  с типоразмером электродвигателя АИР132М4 и его мощностью, равной  $N = 11 \text{ кВт}$ .

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганин Д.Р. Совершенствование технологии агломерации железорудного сырья введением добавок в виде пульпы при окомковании шихты. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.16.02. – Магнитогорск, 2019. – 181 с.

2. Патент 2471005 РФ, МПК С22В 1/16. Способ агломерации железорудных материалов / А.А. Панычев, Д.Р. Ганин, А.П. Никонова. - № 2011118719/02; заявл. 11.05.2011; опубл. 27.12.2012, Бюл. № 36. – 4 с.

3. Карпушкин С.В. Расчёты и выбор механических перемешивающих устройств вертикальных емкостных аппаратов.– Тамбов: Издательство ТГТУ 2009. 110 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕГРОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИВОДНЫХ СИСТЕМ ДРОБИЛЬНО-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**Белов Н.В., Груздова О.А., Бородина М.Б.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** В статье представлен способ защиты привода дробильно-измельчительного оборудования горных и металлургических предприятий путём установки в привод новой конструкции гидромеханического предохранительного упруго-демпфирующего устройства, позволяющего эффективно снижать амплитуду динамических нагрузок, воздействующих на привод. Этот способ позволяет отказаться от наращивания мощности оборудования, не справляющегося с интенсивными динамическими нагрузками, что в целом повышает энергоэффективность приводных систем.*

**Ключевые слова:** привод; динамическая нагрузка; коэффициент потребляемой мощности; дробильно-измельчительное оборудование; предохранительное устройство.

## INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF DRIVE SYSTEMS OF CRUSHING AND GRINDING EQUIPMENT

**Belov N.V., Gruzdova O.A., Borodina M.B.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The article presents a method for protecting the drive of crushing and grinding equipment of mining and metallurgical enterprises by installing a hydromechanical safety elastic-damping device in the drive of a new design, which makes it possible to effectively reduce the amplitude of dynamic loads acting on the drive. This method eliminates the need to increase the capacity of equipment that cannot cope with intense dynamic loads, which generally increases the energy efficiency of drive systems.*

**Keywords:** drive; dynamic load; power consumption factor; crushing and grinding equipment; safety device.

В современных условиях экономия материальных и энергетических ресурсов является одной из приоритетных задач промышленности. В связи с этим, актуальным направлением является создание энерго- и ресурсосберегающих технологий, реализуемых на основе надёжного технологического оборудования.

Для дробильно-измельчительного оборудования горнодобывающего производства характерно воздействие на элементы технологических машин кратковременных динамических нагрузок высокой интенсивности, вплоть до ударных. Это приводит к многочисленным поломкам и существенным потерям. Например, примерно 70 % разрушений деталей горных машин имеют усталостный характер и происходят в результате действия переменных динамических нагрузок, превышающих номинальные значения в 1,5-2 раза. Следовательно, возрастающие динамические нагрузки становятся определяющими для эксплуатационной надёжности машин [1]. Кроме того, рабочие нагрузки машин горно-металлургического комплекса измеряются сотнями кН и часто имеют случайный характер изменения.

В дробильно-измельчительном оборудовании (дробилках, мельницах) горно-обогатительных комбинатов часто возникают серии импульсных нагрузок высокой амплитуды и разной частоты воздействия, связанных с несбалансированностью вращающихся масс, особенностями технологического процесса и неравномерностью твёрдости и гранулометрического состава дробимого материала. Например, оценить действующие нагрузки можно по графику изменения мощности с течением времени (рис. 1), который выводится на экран монитора оператора при проведении контроля изменения мощности электродвигателя в процессе работы дробилки ККД 1500/180 в режиме реального времени на ОАО «Стойленский ГОК».

Из графика (рис.1) видно, что при загрузке материала наблюдается резкий «всплеск» по мощности (пропорциональной действующим нагрузкам), с последующим изменением колебательного характера. По опыту эксплуатации дробилки, ударные нагрузки могут превышать номинальную нагрузку в 2-3 раза.

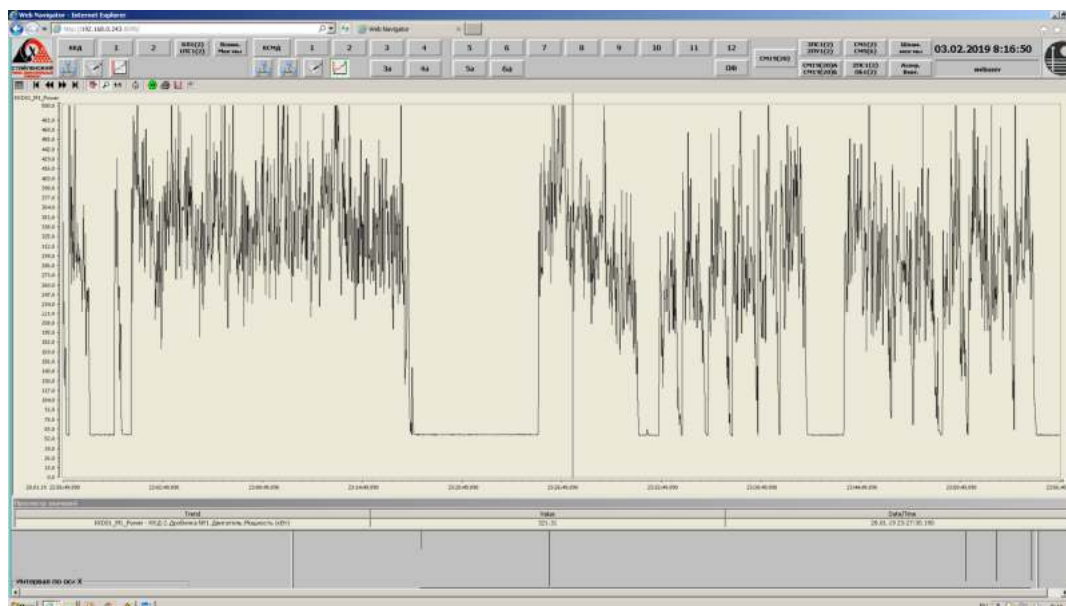


Рис. 1 – Графики изменения мощности двигателя дробилки в течение 1 часа работы

Кроме того, в зону дробления иногда попадает недробимый материал, что приводит к перегрузу двигателя. По данным исследования статистических данных, собранных на ОАО «Стойленский ГОК» [2], эти нагрузки являются основными причинами разрушения элементов механизма и выхода из строя электродвигателя.

В большинстве случаев на практике задачу предотвращения выхода из строя электродвигателя решают увеличением его мощности. Однако при этом возникает острый вопрос увеличенного, порой необоснованного перерасхода электроэнергии, как в режиме холостого хода, так и при выполнении рабочей функции. Потому, что при недогрузке значение активной мощности  $P$  (рис. 2) останется неизменным, но коэффициент потребляемой мощности ( $\cos \varphi$ ) снизится, что приведет к увеличенному потреблению реактивной мощности  $Q$ , а, следовательно, полная мощность  $S$ , потребляемая из сети, также увеличится [3].

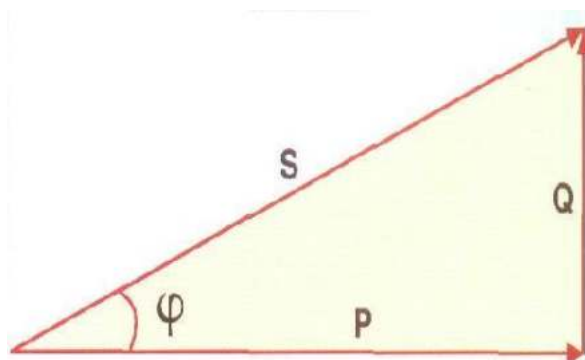


Рис. 2 – Треугольник мощностей.



Например, если нагрузка на вал двигателя составляет 75% от номинального момента двигателя, то коэффициент мощности равен 0,76, а при 100% - 0,87. В зависимости от режима нагружения, разница в потребляемых мощностях составляет около 15% [3].

Кроме того, мощный двигатель, легко справляясь с ударными нагрузками, значительно увеличивает воздействие этих нагрузок на элементы привода, усугубляя проблему надёжности оборудования. Приходится постоянно увеличивать прочность элементов привода, увеличивая их геометрические размеры, выбирая более дорогостоящий материал. Всё это не отвечает современным требованиям ресурсо- и энергосбережения.

Опыт эксплуатации показывает, что на ремонт и обслуживание машин, работающих в исключительно тяжелых условиях, требуется вкладывать значительные средства. Затраты на обслуживание и ремонт являются одним из важнейших эксплуатационных показателей любой технической системы. Ремонт агрегатов на крупных предприятиях горной промышленности и черной металлургии неизбежно связан с нарушением отработки технологического цикла, что отражается на эффективности работы производства в целом.

Вполне очевидно, что проблема снижения негативного влияния воздействия ударных импульсных нагрузок высокой интенсивности на приводы дробильно-измельчительного оборудования не теряет свою актуальность и требует использования комплексных мер, включая современную элементную базу, автоматизированные средства проектирования и информационно-измерительные устройства.

Для защиты приводов машин от динамических воздействий используют различные демпфирующие устройства, поглощающие и рассеивающие энергию колебания и энергию единичных кратковременных импульсных перегрузок [4]. Но для эффективного снижения максимальных динамических нагрузок в механизмах следует снижать приведённую величину их жёсткости. Причем, при нагрузках ударного характера предпочтительна нелинейная упругая связь.

Одним из перспективных направлений защиты приводов является использование предохранительных устройств с гидромеханическим исполнительным механизмом. В работах [5-9] представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований таких устройств с исполнительными механизмами различных видов.

Анализ этих работ показал, что предохранительные муфты с гидромеханическим исполнительным механизмом [9] обладают наибольшими функциональными возможностями защиты привода от динамических нагрузок и перегрузок, так как имеют наибольший угол относительного закручивания полумуфт, кинематически не размыкаются при срабатывании, а также обладают возможностью регулирования жёсткости муфты даже в процессе работы.

Для данной конструкции была составлена математическая модель на базе стандартных блоков библиотек программного комплекса MatlabSimulink [10]. Теоретические исследования работы предохранительного устройства в приводе механизма под действием кратковременных динамических нагрузок показали, что амплитуда момента 2 (рис.3), приходящего на вал электродвигателя со стороны предохранительного устройства практически не зависит от амплитуды динамической нагрузки со стороны технологической машины. При этом, упруго-демпфирующее устройство с гидромеханическим исполнительным механизмом при рационально подобранных параметрах снижает амплитуду динамических нагрузок в несколько раз, что позволяет защитить двигатель и элементы привода от кратковременных нагрузок высокой интенсивности, не наращивая мощности машины.

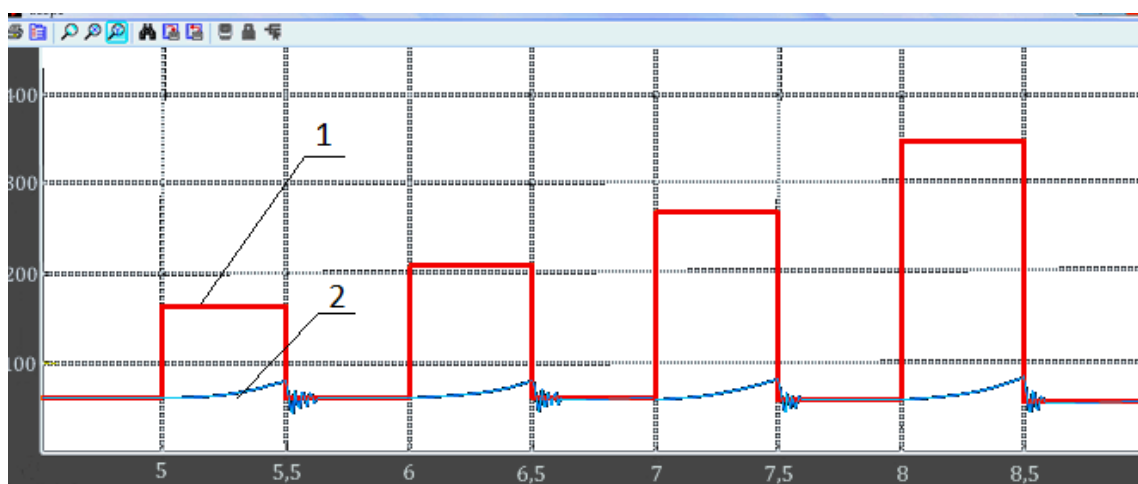


Рис. 3 – Результаты математического моделирования динамики работы предохранительного устройства в условиях демпфирования кратковременных нагрузок:  
1 – момент со стороны технологической машины; 2 – момент на валу электродвигателя с установленным в приводе упруго-демпфирующим устройством

Отсюда следует, что в настоящее время существует необходимость внедрения гидромеханических муфт в те сферы производства, где оборудование эксплуатируется в режимах повышенной динамики. Это позволит сократить расход электроэнергии, уменьшить периодичность ремонтов, а также увеличить надежность работы привода оборудования, что отвечает современным задачам энерго- и ресурсосбережения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большаков В.И. Исследование динамических нагрузок металлургических машин. / Защита металлургических машин от поломок. Сборник научных трудов.

Мариуполь. - 1999. – № 4. – С. 6-14

2. Белов Н.В., Бородина М.Б., Смирнова О.А., Часовских А.С. Неисправности конусных дробилок ККД 1500/180 / Сборник материалов Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство». – Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2019. – С.211-220.

3. Ключев В.И. Теория электропривода: Учебник для ВУЗов. [Текст] - 2-е издание перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1998.

4. 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.

5. Бородина М.Б., Булавин К.А, Шевченко Б.А. Использование гидростатических муфт для защиты приводов тяжело нагруженного оборудования // Сталь. – 2006. – №3. – С. 68-72.

6. Фокин А.Е., Гавриленко М.Д., Шишкарёв М.П. Исследование адаптивной фрикционной муфты с дифференцированными парами трения // Вестник Донского государственного технического университета. – 2011. - №1 – С. 49-56.

7. Кузнецов Н.Г., Нехорошев Д.А., Воробьева Н.С. Динамическая нагруженность МТА при разгоне с трактором МТЗ-80Л, оборудованным пневмогидравлической планетарной муфтой сцепления // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2011. - №2 – С. 176-183.

8. Бородина М.Б., Савин Л.А. Адаптивные гидромеханические устройства мехатронных роторных систем // Известия юго-западного государственного университета. – 2013. – №1. – С. 151-155.

9. Патент РФ 2536035 на изобретение. МПК F16D 25/06, F16D 3/34, F16D 31/00. Гидромеханическая муфта / М.Б. Бородина, Л.А. Савин, А.Г. Шевченко, Б.А. Шевченко. Опубл. 20.12.2014. Бюл. № 35.

10. Мироненко С.В., Бородина М.Б., Савин Л.А., Моделирование динамики работы гидромеханической муфты с планетарным дифференциальным передаточным механизмом // Вибрационные технологии, мехатроника и управляемые машины: сборник научных статей в 2 частях. Ч.1 ЮЗГУ, Курск, 2014. – С. 300-305.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ  
ПОКРЫТИЙ MICOTECH® ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА РАБОТЫ ГОРНО-  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**Кислов С.В.<sup>1</sup>, Кислов В.Г.<sup>1</sup>, Сказочкин А.В.<sup>1</sup>, Шаповалов А.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «Научно-производственный центр «Технологии минеральных покрытий»,  
48010, Россия, г. Калуга, ул. Парковая, дом 12 В  
info@mico-tech.com

<sup>2</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
tomm\_sti\_misis@mail.ru

***Аннотация.** В статье представлены данные о результатах испытаний деталей с минеральными покрытиями, выполненных коллективами нескольких российских металлургических предприятий в период 2019-2020 годов: роликов привалковой арматуры; роликов на отводящем рольганге стана 2000 производства SMS GROUP; вала-шестерни DANIELI; роликов с защитными бандажами производства компании PRIMETALS.*

**Ключевые слова:** износостойкость; минеральные покрытия; модификация поверхности; повышение ресурса эксплуатации; упрочнение; ролик; вал-шестерня.

**PRACTICAL APPLICATION OF MICOTECH® MULTIFUNCTIONAL MINERAL  
COATINGS FOR INCREASING THE LIFE OF MINING AND METALLURGICAL  
EQUIPMENT**

**Kislov S.V.<sup>1</sup>, Kislov V.G.<sup>1</sup>, Skazochkin A.V.<sup>1</sup>, Shapowalow A.I.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>SPC Mineral Coating Technologies, LLC  
info@mico-tech.com

<sup>2</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
tomm\_sti\_misis@mail.ru

***Annotation.** The article presents data on the results of tests of parts with mineral coatings, carried out by the teams of several Russian metallurgical enterprises in the period 2019-2020:*

*rollers of roller fittings; rollers on the discharge roller table of the mill 2000 produced by SMS GROUP; DANIELI pinion shaft; rollers with protective bandages manufactured by PRIMETALS.*

**Keywords:** wear resistance; mineral coatings; surface modification; increasing the service life; hardening; roller; pinion shaft.

## Введение

Одним из перспективных направлений поверхностного упрочнения материалов является формирование минеральных покрытий на поверхности металлической детали. Основа технологии была заложена сотрудниками Научно-производственного объединения «Геоэнергетика» в середине нулевых годов, базовая технология минеральных покрытий для повышения износостойкости деталей из металла была создана в России в период с 2009 по 2013 годы [1, 2]. Минеральные покрытия осуществляют защиту от изнашивания металлических деталей эксплуатируемых механических систем различного назначения, в том числе работающие в условиях агрессивной среды (высоких температур, абразива, кислот, морской воды), повышают их ресурс, снижают энергопотребление за счёт снижения механических потерь в машинах и механизмах [3].

Суть технологии заключается в создании модифицированного поверхностного слоя толщиной 5 – 30 мкм, путем его пластического деформирования, используя ультразвуковое и механическое воздействия, сопровождающие диффузию ультрадисперсных частиц минералов, вводимых в объем металла, а также технологические процедуры, охраняемые в режиме ноу-хау [1-3]. Технология не изменяет геометрические размеры деталей, минеральные слои могут быть созданы локально, все технологические операции проводятся на воздухе при комнатной температуре [3, 4]. Очевидным преимуществом технологии является то, что не нужно изменять конструкторскую документацию, делая технологические припуски.

Минеральные покрытия значительно повышают износостойкость пар трения, осуществляют антикоррозионную и противоабразивную защиту, изменяют коэффициент трения. В процессе практического применения минеральные покрытия были созданы на поверхности деталей из различного вида сталей, титане, чугуне, бронзе, меди. Также оказалось, что детали с минеральными слоями хорошо работают, во многих случаях демонстрируя преимущество над многими существующими в настоящее время покрытиями:

- в морской воде, соляном тумане, сероводороде, повышенной влажности, абразивной пыли, в присутствии различных кислот и другой агрессивной среде;
- высокой температуре (до 1100 С), а также при термоциклических нагрузках в широком диапазоне температур [3].

Особые свойства минеральных покрытий, а также такие характеристики технологии их создания, как локальность нанесения покрытий, низкие температуры при их производстве, высокая скорость создания покрытий, дают технологии дополнительные маркетинговые преимущества на рынке износостойких покрытий [4-6]. Выход на рынок металлургического, горного, строительного оборудования традиционно предваряет проведение исследований в независимых лабораториях и эксплуатационные испытания на площадках корпоративных партнеров [6-7].

Одной из основных проблем металлургического оборудования являются абразивный износ в условиях ударной нагрузки и высоких рабочих температур. Увеличение ресурса работы деталей возможно, в том числе, за счёт улучшения характеристик поверхностного слоя (твёрдости, жаростойкости, износостойкости), модифицированного по технологии, разработанной в НПЦ «Технологии минеральных покрытий».

Настоящий доклад имеет практическую направленность и посвящен результатам эксплуатационных испытаний деталей с минеральными покрытиями, выполненных НПЦ «Технологии минеральных покрытий» совместно с коллективами нескольких российских металлургических предприятий в период 2019-2020 годов.

### **Основная часть**

Повышение ресурса и сопротивление изнашиванию обеспечивает увеличение срока эксплуатации и надёжности быстро изнашиваемых деталей оборудования, снижение эксплуатационных издержек предприятия за счёт сокращения межремонтных периодов и оптимизации объёмов закупок запасных частей. Разработка технологий модификации поверхности с применением новых конструкционных материалов позволяет создавать покрытия с заданными триботехническими характеристиками, такими как твёрдость, коэффициент трения, износостойкость в условиях повышенных температур – до 1100 С.

В частности, в настоящее время уже можно констатировать, что достаточно хорошо себя зарекомендовали минеральные покрытия на роликах привалковой арматуры. На одном из металлургических комбинатов России были проведены натурные испытания роликов привалковой арматуры на стане китайского производства: ролик 18 клетки, профиль 12" (СПЦ) с нанесением на быстро изнашиваемые поверхности стандартных роликов износостойкого минерального покрытия марки MICOTECH®- MWRC. Срок эксплуатации стандартного ролика составлял 1500 тонн проката. Техническим заданием была определена задача увеличения стойкости в 2,5 -3 раза, после чего были начаты промышленные испытания. В конечном итоге был зафиксирован максимальный срок эксплуатации - 7160 тонн проката, что показало повышение срока эксплуатации в 4,77 раза и превышение заданных показателей.



Рис. 1 – Ролики привалковой арматуры с нанесённым износостойким минеральным покрытием марки MICOTECH®- MWRC.

На другом российском металлургическом предприятии, на отводящем рольганге стана 2000 производства SMS GROUP (Германия), при эксплуатации стандартного ролика в течение 24 месяцев износ составлял 1,8 мм на сторону. Требовалась более высокая стойкость, поэтому было принято решение о тестовом испытании износостойкого минерального покрытия марки MICOTECH®- MWRC. За аналогичный период (24 месяца) износ составил 0,6 мм на сторону, что в 3 раза меньше по сравнению со стандартным износом. Для более чёткого понимания возможностей применения минеральных покрытий решено продолжить эксплуатацию до состояния критического размера ролика и составления акта с четкой фиксацией фактического увеличения ресурса.

Другой пример - уральский дивизион отечественного металлургического гиганта столкнулся с проблемой низкой стойкости конуса вала-шестерни DANIELI (Италия). Время работы весьма дорогостоящей детали составляло всего 2 месяца (рис. 2). Происходил критический коррозионный и абразивный износ по конической части. Ожидания заказчика составляли 3-4 кратное увеличение ресурса работы вала. Кроме конуса также требовалось упрочнение шлицов. После нанесения износостойкого минерального покрытия марки MICOTECH®- MWRC на быстроизнашиваемые поверхности вала (рис.3), время работы детали составило 12 месяцев, что в 6 раз выше стандартного срока эксплуатации и выше ожиданий заказчика.



Рис. 2 – Вал-шестерня DANIELI с видимым обозначенным износом конуса и шлицов (без покрытия)



Рис. 3 – Вал-шестерня DANIELI с нанесённым на конус и шлицы износостойким минеральным покрытием

Одной из актуальных проблем, мешающей радикальному повышению общей производительности в металлургии является проблема износа роликов МНЛЗ. Для всех металлургов этот вопрос продолжает оставаться актуальным, несмотря на общие усилия многих команд исследователей и инженеров. НПЦ «Технологии минеральных покрытий» посвятил этой проблеме немало времени. Актуализировало проблему и поиски решения обращение к нам российского металлургического предприятия, имеющего в составе оборудования ролики с защитными бандажами производства компании PRIMETALS (Австрия). Учитывая тот факт, что бандаж работает при высоких температурах и больших контактных нагрузках, нашей компанией было разработано и предложено возможное решение в виде специального покрытия MICOTECH®-RIM. Покрытие было нанесено на предоставленные бандажи, отгружено заказчику и на предприятии готовятся эксплуатационные испытания. В настоящее время эксплуатации роликов с покрытиями продолжается, ресурс роликов уже превзошел ожидания заказчика, и мы с нетерпением ждем итоговых результатов.

### **Выводы**

1. Минеральные покрытия представляют собой перспективный технологический инструмент для повышения износостойкости различных деталей, узлов и механизмов, используемых в металлургической промышленности, в том числе повышения ресурса различного вида роликов, валов и других деталей, подверженных абразивному износу в условиях ударной нагрузки и высоких рабочих температур.

2. В результате создания минеральных покрытий повышение ресурса некоторых деталей составляет от 3 до 6 раз по сравнению с деталями без покрытий.

3. Учитывая, что стоимость нанесения покрытия составляет 15-25%, при одновременном увеличении ресурса в разы, можно утверждать, что в период глобального сокращения производственных издержек применение минеральных покрытий будет экономически оправдано и обосновано.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кислов С.В., Кислов В.Г., Лазарев С.Ю. «Способ формирования комбинированного минерального поверхностного слоя на металлических деталях, защищающего их от воздействия агрессивных сред и с заданными триботехническими свойствами». Патент на изобретение №2421548 от 20.06.2011 г., заявка 2009142259/02, дата подачи 18.11.2009 г.



2. Кислов С.В., Кислов В.Г., Сказочкин А.В., Бондаренко Г.Г., Тихонов А.Н. Эффективные минеральные покрытия для упрочнения поверхности металлических материалов // *Металлы*. – 2015. – №4. – С.56-63.
3. Балаш П.В., Кислов С.В., Сказочкин А.В. Малое инновационное предприятие: возможности развития технологии и масштабирования бизнеса // *Инновации*. – 2015. – №12. С. 95-105.
4. Кислов С.В., Кислов В.Г., Балаш П.В., Сказочкин А.В., Бондаренко Г.Г., Тихонов А.Н. Повышение износостойкости резьбового соединения стальных насосно-компрессорных труб при нанесении минерального покрытия // *Нефтегазовое дело*. – 2015. – №4. – С.216-230.
5. Кислов С.В., Балаш П.В., Кислов В.Г., Сказочкин А.В. Использование минеральных покрытий для повышения износостойкости хромсодержащих коррозионно-стойких сталей // *Химическая техника*. – 2016. – №8. – С.20-30.
6. Kislov S.V., Kislov V.G., Balasch P.V., Skazochkin A.V., Bondarenko G.G. and Tikhonov A.N. Wear resistance of a metal surface modified with minerals / *Materials Science and Engineering / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 110 (2016).
7. Кислов С.В., Балаш П.В., Кислов В.Г., Сказочкин А.В. Минеральные многофункциональные покрытия – новый вид защитных покрытий для конструкционных материалов // *Коррозия территории «Нефтегаз»*. – 2016. – №3. – С. 80-84.
8. Кислов С.В., Балаш П.В., Кислов В.Г., Сказочкин А.В. Исследование некоторых трибологических параметров металлической поверхности, модифицированной минералами // *Насосы. Турбины. Системы*. – 2016. – №4. – С.35-45.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЭЛЕКТРОДНОГО МАТЕРИАЛА СТИМ-2/40НЖ НА СТАЛИ 20Х13

**Каримов Р.Р., Кудряшов А.Е.**

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,*

*г. Москва, Россия*

*ae kudr@yandex.ru.*

*Аннотация.* Приведены результаты исследований кинетики массопереноса электродного материала СТИМ-2/40НЖ (TiC-ХН70Ю + Wнано) на подложки из стали 20Х13, измерена шероховатость сформированных покрытий, а также определен оптимальный режим формирования покрытий с устойчивым массопереносом.

**Ключевые слова:** МНЛЗ; ролики; электроискровое легирование; кинетика массопереноса; шероховатость.

## FEATURES OF THE FORMATION OF ELECTROSPARK COATINGS BY HARD- ALLOY SHS-ELECTRODE MATERIAL STIM-2/40NZH ON 20X13STEEL

**Karimov R.R., Kudryashov A.E.**

*National University of Science and Technology MISIS, Russia, Moscow*

*ae kudr@yandex.ru.*

*Annotation.* The results of studies of the kinetics of mass transfer of the STIM-2/40NZH electrode material on 20X13 steel substrates are presented, the roughness of the formed coatings is measured, and the optimal mode of forming coatings with stable mass transfer is determined.

**Keywords:** continuous casting machine; rollers; electrospark deposition; kinetics of mass transfer; roughness.

### **Введение**

Технология электроискрового легирования (ЭИЛ) развивается по двум независимым друг от друга направлениям – разработка новых составов электродных материалов и совершенствование оборудования на современной элементной базе. Новые составы электродных материалов позволяют получать многофункциональные покрытия с повышенными эксплуатационными свойствами (износостойкость, жаростойкость, низкий коэффициент трения и т.д.), а разработка нового оборудования способствует формированию

высококачественных покрытий (снижается шероховатость, повышается сплошность и т.д.) и увеличению производительности процесса. В совокупности эти направления расширяют сферу применения технологии ЭИЛ для решения технологических, производственных и научно-технических задач [1, 4].

Эксплуатация роликов машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) происходит в экстремальных условиях: износ и перепад температур, приводят к образованию трещин и последующему разрушению. Повышение стойкости роликов является актуальной научно-технической задачей.

Технология ЭИЛ успешно применяется для увеличения стойкости прокатных валков, в связи с чем, было решено апробировать данный метод для увеличения ресурса роликов МНЛЗ

Целью данной работы является исследование особенностей формирования электроискровых покрытий на образцах из конструкционной легированной стали 20Х13 при варьировании режимов обработки при применении электродного материала СТИМ-2/40НЖ.

#### Методика исследования

Для исследования массопереноса были подготовлены образцы из стали 20Х13 (ГОСТ 5632-2014), представляющие собой куб размером 10×10×10 мм, две противоположные поверхности которого подвергались ЭИЛ-обработке в течение 10 минут.

В качестве материала катода применяли сплав – СТИМ-2/40НЖ (TiC-ХН70Ю + W<sup>нано</sup>) (СТИМ – синтетический твердый инструментальный материал), изготовленный по технологии силового СВС-компактирования (СВС - самораспространяющийся высокотемпературный синтез). Состав сплава зарегистрирован в ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» в виде ТУ. В таблице 1 приведен химический состав СВС-сплава [2]. Выбор электродного материала обусловлен его высокой жаростойкостью.

В составе присутствует нанодисперсный компонент – вольфрам, в количестве 3,5% по объему.

Таблица 1 – Химический состав электродного материала СТИМ-2/40НЖ  
(ТУ 24.45.30-012-11301236-2019)

Электродный материал	Химический состав, %						
	Титан	Углерод	Никель	Хром	Алюминий	Железо	Вольфрам
СТИМ-2/40НЖ (TiC-ХН70Ю)	1,8	10,4	23,3	10,1	1,2	0,3	12,9

Для формирования электроискрового покрытия использовали промышленную установку «ALIER-METALG53». Возможности установки позволяют производить обработку при варьировании параметров импульсных разрядов (силы тока, длительности и частоты импульсных разрядов). Энергетические параметры применяемых режимов приведены в таблице 2. Установка позволяет на каждом из режимов снижать (повышать) частоту разрядов для оптимизации рабочего режима обработки для конкретного состава электродного материала.

Таблица 2 – Частотно-энергетические режимы обработки установки «ALIER-METALG53»

Режим обработки (Напряжение U, В)	Сила тока I, А	Мощность импульсногоразряда P, Вт	Длительность $\tau$ , мкс	Энергия единичного импульсного разряда E, Дж ( $E=P \cdot \tau$ )	Частота f, Гц (коэф. энергии)	Суммарная энергия за 1 минуту обработки $\sum E$ , кДж·мин ( $\sum E = E \cdot f \cdot 60$ с)
Режим 2 (20)	75	3500	50	0,175	480 (0,8)	5,04
Режим 3 (20)	200	4000	100	0,4	240 (0,6)	5,76
Режим 4 (20)	200	4000	200	0,8	180 (0,6)	8,64
Режим 5 (20)	200	4000	400	1,6	96 (0,6)	9,216

Процесс формирования поверхностного слоя осуществлялся на воздухе, поочередным локальным воздействием импульсного разряда на все участки обрабатываемой поверхности путем многократного прохождения анода над одним и тем же участком катода [3].

Кинетику массопереноса (удельную эрозиюанода  $\Delta A_i$  и удельный привес катода  $\Delta K_i$ ) снимали гравиметрическим методом на аналитических весах марки KERN 770 с точностью  $10^{-5}$  г. До начала обработки и после каждой минуты обработки фиксировались значения массы анода и катода.

Суммарный привес катода  $\sum \Delta K_i$  [3] определяли по формуле:

$$\sum \Delta K_i = (\Delta K_1 + \Delta K_2 + \dots + \Delta K_{10}) / \rho \text{ [см}^3\text{]} \quad (1)$$

где  $\Delta K_i$  – привес катода за  $i$  минуту легирования, г;  $i = 1, 2 \dots 10$ ;  $\rho$  – плотность электродного материала, г/см<sup>3</sup>.

Аналогично рассчитывали суммарную эрозиюанода  $\sum \Delta A_i$ .

Шероховатость сформированных электроискровых покрытий измеряли на оптическом профилометре WYKO NT1100 фирмы Veeco (США).

Для измерения энергетических характеристик импульсных разрядов к электроискровой установке был подключен АЦП (быстродействующий внешний модуль E20-10, производитель L-Card (Россия)).

Запись исходных данных осуществлялась автоматически с применением компьютерной программы «LGraph2» (многоканальный регистратор-самописец). Длительность записи информации равнялась 10 с. Определение параметров, характеризующих энергетический режим обработки, выполнялось с помощью компьютерной программы «Matlab», адаптированной к процессу ЭИЛ.

### Результаты исследований

Анализ полученных зависимостей кинетики массопереноса от режимов обработки позволяет подобрать оптимальные режимы формирования покрытия, определить время обработки, разработать технологический процесс обработки деталей машин.

На рисунке 1 приведены зависимости удельной эрозии анода и удельного привеса катода от времени ЭИЛ. Установлено, что максимальное значение привеса на катоде достигается в первоначальный момент обработки. После образования «вторичной» структуры на рабочем торце анода, зависимости приобретают синусоидальный характер.

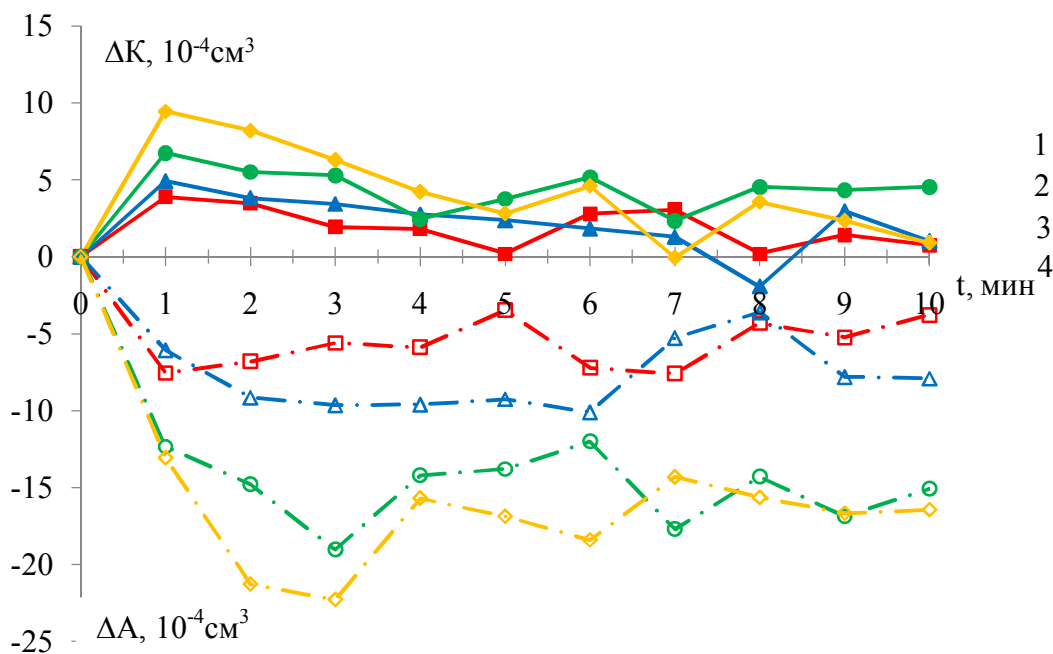


Рис. 1 – Удельный привес катода и удельная эрозия анода:

1- 4 режим; 2 – 3 режим; 3 – 5 режим; 4 – 2 режим

Количество импульсных разрядов при проведении процесса ЭИЛ представлены на рисунке 2. Видно, что в первые минуты обработки количество разрядов было более стабильным. Количество импульсных разрядов не влияет на эрозию СВС-сплава.

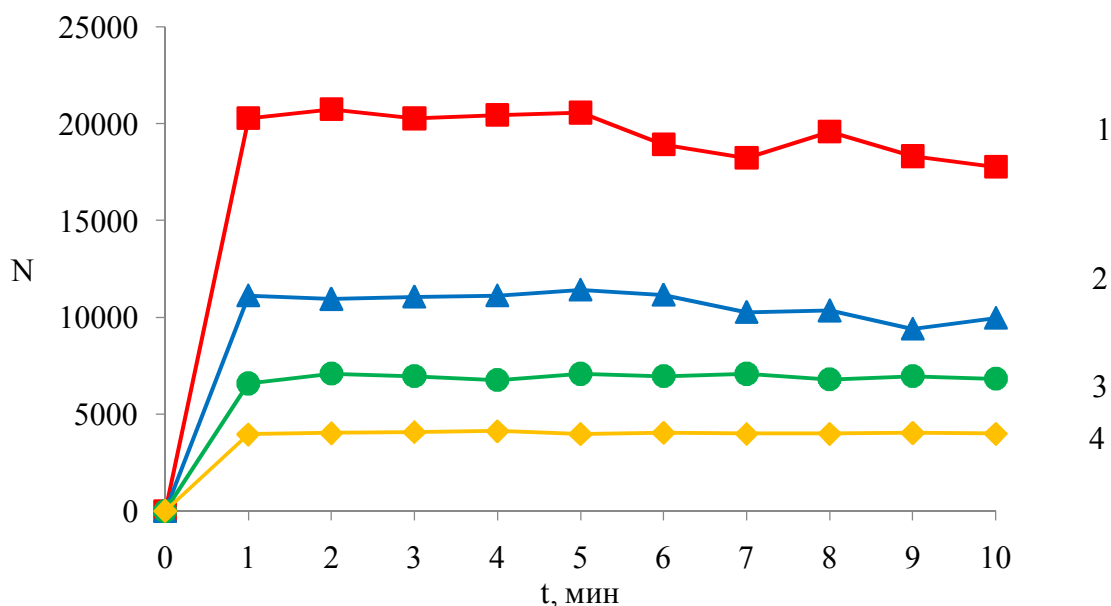


Рис. 2 – Количество рабочих импульсов ( $N$ ) за минуту обработки:  
1 – 2 режим; 2 – 3 режим; 3 – 4 режим; 4 – 5 режим

Повышение энергии обработки способствует снижению количества импульсов, в связи с тем, что увеличивается длительность импульсных разрядов.

На рисунке 3 представлены рассчитанные значения суммарной энергии импульсных разрядов за 1 минуту обработки. Максимальная энергия обработки выявлена при использовании высокоэнергетического режима обработки 5.

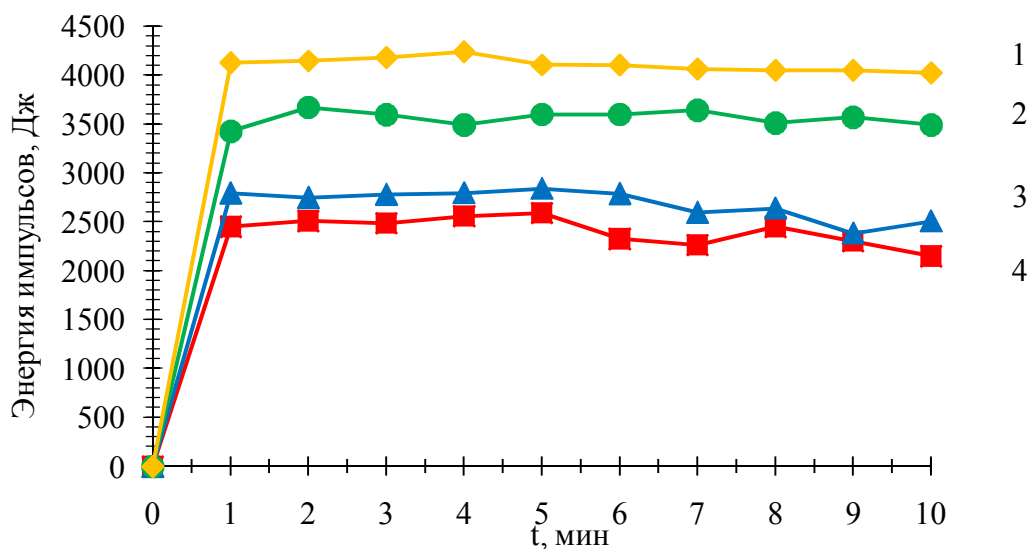


Рис. 3 – Значения суммарной энергии импульсных разрядов за минуту обработки:

1 – 5 режим; 2 – 4 режим; 3 – 3 режим; 4 – 2 режим

Следует отметить, что аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) позволяет устанавливать реальную энергию обработки, в отличие от паспортных характеристик установки, представленных в таблице 2. Реальные значения суммарной энергии ниже, что, по-видимому, связано, как с ручной обработкой, так и с состоянием применяемого оборудования.

На рисунке 4 представлены кинетические зависимости суммарной эрозии анода ( $\sum \Delta A_i$ ) и суммарного привеса катода ( $\sum \Delta K_i$ ) от времени ЭИЛ-обработки.

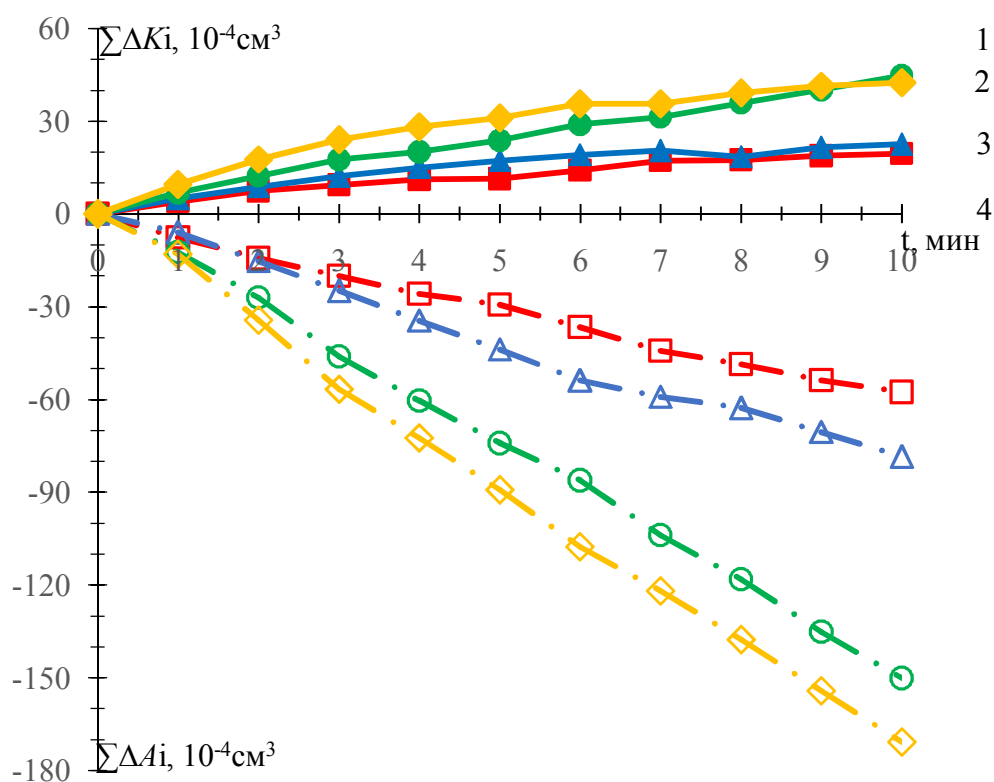


Рис. 4 – Зависимость суммарной эрозии анода  $\sum \Delta A_i$  и суммарного привеса катода  $\sum \Delta K_i$  от времени ЭИЛ-обработки:

1 – 4 режим; 2 – 5 режим; 3 – 3 режим; 4 – 2 режим

Установлено, что на протяжении всего времени обработки (10 минут) наблюдается стабильный прирост массы катода на всех частотно-энергетических режимах. Максимальная скорость формирования покрытий и наибольшее значение суммарного привеса катода достигнуто на 4 режиме обработки.

Максимальный коэффициент переноса ( $K_n = \Delta K_i / \Delta A_i$  [3]) наблюдается при обработке на низкоэнергетическом 2 режиме (34%), минимальное значение – на высокоэнергетическом 5 режиме (25%).

С увеличением энергии обработки повышается интенсивность нагрева электродов (анода и катода), в связи с чем, резко ухудшается шероховатость покрытий, что может быть критичной при обработке роликов МНЛЗ.

Минимальной шероховатостью (параметр  $Ra$  – среднее арифметическое отклонение профиля) характеризуется покрытие, сформированное на 3 режиме обработки ( $Ra = 9,2$  мкм), максимальным – покрытие, сформированное на 4 режиме ( $Ra = 18,5$  мкм). Трехмерные изображения шероховатости электроискровых покрытий изображены на рисунке 5.

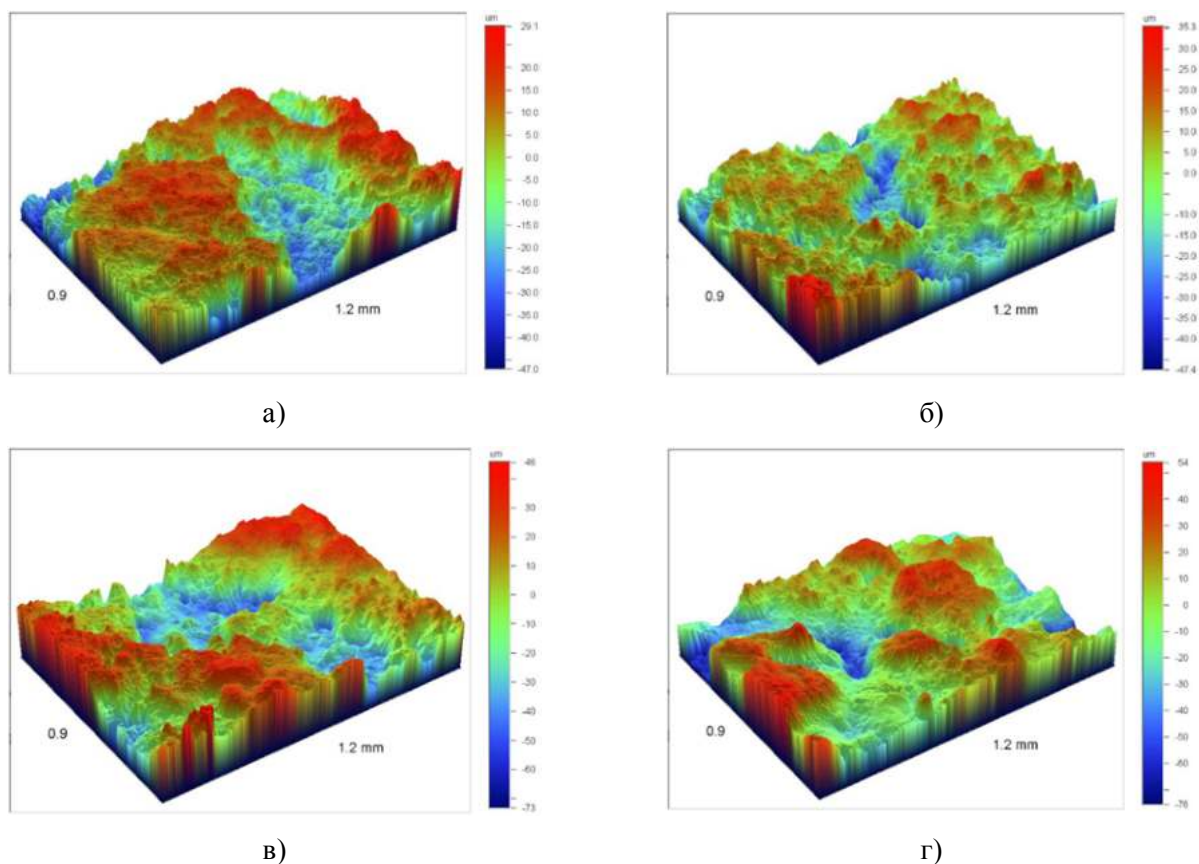


Рис. 5 – Трехмерные изображения шероховатости электроискровых покрытий:

а – 2 режим; б – 3 режим; в – 4 режим; г – 5 режим

На основе полученных данных, оптимальным частотно-энергетическим режимом при обработке роликов из стали 20X13 на установке «ALIER-METALG53» выбран 3 режим, характеризующийся следующими параметрами импульсных разрядов:  $E = 0,4$  Дж,  $f = 240$  Гц,  $\tau = 200$  мкс. При обработке на данном режиме наблюдается устойчивый массоперенос,



достигается относительно высокая скорость формирования покрытий, при минимальной шероховатости поверхностного слоя. Оптимальное время обработки составляет 3 мин/см<sup>2</sup>

### Выводы

1. Исследована кинетика массопереноса электродного материала СТИМ-2/40НЖ (TiC-ХН70Ю + Wнано) на подложки из стали 20Х13 при варьировании энергии импульсных разрядов в широком диапазоне (0,175 - 1,6 Дж). Изучена шероховатость сформированных покрытий ( $Ra = 9,2 - 18,5$  мкм);

2. Установлены количество импульсных разрядов и суммарная энергия обработки за каждую минуту обработки на всех применяемых режимах;

3. Определен оптимальный режим формирования покрытий ( $E = 0,4$  Дж), характеризующийся устойчивым массопереносом, относительно высокой скоростью формирования покрытий при минимальной шероховатости поверхностного слоя. Оптимальное время обработки – 3 мин/см<sup>2</sup>..

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Назаров Ю.Ф. Применение электроэрозионного легирования для терморегулирующих покрытий деталей космической техники // Сборник международного юбилейного симпозиума по электроэрозионной обработке. – М.: Издательство ГП «НПО ТЕХНОМАШ», 1993 г. – С. 57.

2. Левашов Е.А., Мишина Е.С., Сенатулин Б.Р., Кудряшов А.Е., Свиридова Т.А., Ю. В. Благовещенский Особенности влияния нанокристаллических порошков на структуру и свойства сплава TiC - 40% ХН70Ю, полученного методом СВС // Физика металлов и металловедение. – Том 95. – 2003. – № 6. – С. 58-64.

3. Гитлевич А.Е., Михайлов В.В., Царканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Электроискровое легирование металлических поверхностей. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 196 с.

4. Кудряшов А.Е., Левашов Е.А., Репников Н.И., Макаров А.В. Перспективы применения технологии электроискрового легирования и СВС-электродных материалов для повышения стойкости прокатных валков // Нанотехнологии: наука и производство. – 2018. – №2. – С. 63-66.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ РОЛИКОВ МНЛЗ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ

**Макаров А.В.<sup>1</sup>, Авдеева Н.Е.<sup>1</sup>, Кудряшов А.Е.<sup>2</sup>, Владимиров А.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

[tomm\\_sti\\_misis@mail.ru](mailto:tomm_sti_misis@mail.ru)

<sup>2</sup>НУЦ СВС МИСиС-ИСМАН Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Россия, 119049, г. Москва, Ленинский проспект, 4, Россия.

[aekudr@yandex.ru](mailto:aekudr@yandex.ru)

***Аннотация.** Исследованы структура, состав и трибологические характеристики покрытий для роликов машин непрерывного литья заготовок, полученных методами электродуговой и лазерной наплавки. Электродуговую наплавку образцов из стали 20Х13 осуществляли порошковой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС, а лазерную наплавку – экономнолегированным порошком на основе железа Fe-Co-Cr-Mo. Для оценки свойств покрытий выполнен структурный и фазовый анализ, определены коэффициенты трения и интенсивность изнашивания. Предложено объяснение различий в свойствах покрытий, основанное на анализе условий их формирования, а также произведена оценка эффективности применения лазерной наплавки при восстановлении деталей металлургического оборудования.*

**Ключевые слова:** машина непрерывного литья заготовок; ролики; износ; восстановление; лазерная наплавка; электродуговая наплавка; износостойкость.

## RECOVERY OF ROLLERS OF CONTINUOUS CASTING MACHINES USING LASER SURFACE TECHNOLOGY

**Makarov A.V.<sup>1</sup>, Avdeeva N.E.<sup>1</sup>, Kudryashov A.E.<sup>2</sup>, Vladimirov A.A.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.

[tomm\\_sti\\_misis@mail.ru](mailto:tomm_sti_misis@mail.ru)

<sup>2</sup>National University of Science and Technology MISIS, Russia, Moscow

[aekudr@yandex.ru](mailto:aekudr@yandex.ru)

**Annotation.** *The structure, composition and tribological characteristics of coatings for the rollers of continuous casting machines of blanks obtained by electric arc and laser surfacing methods are studied. Electric arc surfacing of 20X13 steel samples was carried out with PP-Np-25X5FMS powder wire, and laser surfacing was carried out with an economically alloyed Fe – Co-Cr-Mo iron-based powder. To evaluate the properties of the coatings, a structural and phase analysis was performed, the friction coefficients and the wear intensity were determined. An explanation of the differences in the properties of coatings based on the analysis of the conditions of their formation is proposed, as well as an assessment of the effectiveness of the use of laser surfacing in the restoration of parts of metallurgical equipment.*

**Keywords:** continuous casting machine; rollers; wear; recovery; laser surfacing; electric arc surfacing; wear resistance.

### Введение

Прогресс в сталеплавильном производстве тесно связан с внедрением машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Планируется в 2020 году увеличить долю разливки стали на МНЛЗ до 98 – 99 % [1].

Важными элементами криволинейных МНЛЗ являются роликовые проводки.

Ролики МНЛЗ подвержены воздействию следующих основных факторов: термической усталости металла, вызванной высокотемпературным термоциклированием; механическому воздействию со стороны литой заготовки, обусловленному ее весом и нагрузкой от действия ферростатического давления; высокотемпературному окислению и коррозии.

Для изготовления роликов МНЛЗ в отечественном машиностроении, как правило, используют стали жаропрочных марок, такие как 20X13, 25X1M1Ф, 40XГНМ, 24XM1Ф [2, 3].

В связи с чем, работы по увеличению стойкости роликов являются актуальными.

Одним из эффективных направлений повышения стойкости роликов является применение восстановительной наплавки. Наиболее распространенной является метод электродуговой наплавки под флюсом.

Для осуществления восстановительной наплавки роликов МНЛЗ применяются сплошные и порошковые проволоки (ленты), такие как Св-20X13, ПП-Нп-25X5ФМС, ASM 4603SA, Велтек Н470С и др. [4-8]. На сегодняшний день нет единого решения вопроса о выборе системы легирования проволок для восстановительной наплавки [9]. Условия производства, как правило, уникальны для каждого конкретного предприятия и определяются наличием того или иного оборудования в ремонтных цехах, условиями

эксплуатации восстановленных изделий, опытом и квалификацией производственного персонала.

Для металлургических предприятий актуальной задачей является не только восстановление геометрических параметров изношенных поверхностей роликов, но и создание таких эксплуатационных характеристик поверхностного слоя, которые позволят существенно повысить межремонтный интервал указанных деталей при сохранении экономической целесообразности их восстановления.

В последние годы металлургическими предприятиями проводятся исследования возможности применения для восстановления роликов новых эффективных технологий и материалов, например, плазменно-порошковой наплавки, лазерной наплавки, высокоскоростного напыления, напыления с последующим оплавлением, опыт использования которых описан в работах [10-15].

В 2014 г. компаниями Precitec и LaserLine совместно с SwanseaUniversity по заказу сталелитейной компании TataSteelStripProducts UK были исследованы возможности лазерной наплавки для восстановления и упрочнения узлов металлургического и вспомогательного оборудования. Осуществленные комплексные исследования структуры, физико-механических и служебных свойств покрытий, а также результаты промышленных испытаний роликов МНЛЗ, восстановленных по технологии лазерной наплавки порошковым материалом, разработанным SwanseaUniversity, показали существенное увеличение их стойкости по сравнению с базовой технологией восстановления – электродуговой наплавкой под флюсом. Стойкость роликов, наплавленных под флюсом, составила 63000 т стали, в то время как для роликов наплавленных лазером, она составила 118000...148000 т [16].

НИТУ «МИСиС» совместно с компанией ООО «ВВСТ» был проведен комплекс исследований, направленных на изучение возможности восстановления роликов МНЛЗ (рис. 1), изготовленных из стали 20Х13 с лазерной наплавкой из экономнолегированного порошкового материала на основе железа. В настоящее время изношенные поверхности данных роликов восстанавливаются методом электродуговой наплавки проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС. Перед авторами ставится задача повысить износостойкость наплавленных поверхностей ролика в два раза и более при сохранении экономической целесообразности.

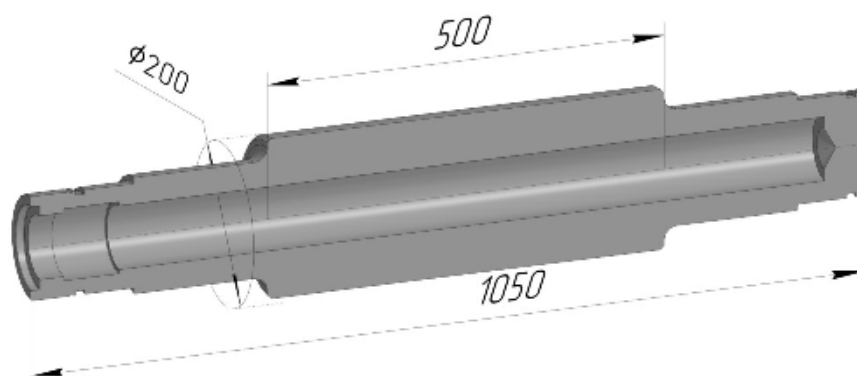


Рис. 1 – Ролик третьей секции МНЛЗ №2  
АО «Оскольский электрометаллургический комбинат»

Целью данной работы являлось изучение структуры, состава и свойств слоев, полученных по технологиям лазерной и электродуговой наплавки, а также оценка эффективности лазерной наплавки.

### Методика

Лабораторные исследования проводились на образцах (подложках) для наплавки из стали 20Х13 в состоянии поставки. Размер образцов –  $\text{Ø}60 \times 60$  мм.

Методом электродуговой наплавки в 3 слоя под флюсом марки АН-20С на образцы наплавляли порошковую проволоку ПП-Нп-25Х5ФМС. Наплавка производилась на установке УСН 60-550/1400 SAW. Отпуск образцов для снятия остаточных напряжений производился в муфельной электрической печи ЭКПС-10 при температуре  $400^\circ\text{C}$  в течение 3 часов с последующим охлаждением вместе с печью.

На образцы методом лазерной наплавки наносился порошок экономнолегированный (ПЭл1) на основе железа с системой легирования Fe-Co-Cr-Mo. Последующая термическая обработка не проводилась.

Образцы разрезали на многофункциональном отрезном станке LC-250. Резка осуществлялась отрезным диском из абразива  $\text{Al}_2\text{O}_3$  марки Struers 50A30. Размер образцов для исследований  $21 \times 21 \times 5$  мм.

Шлифы готовили на полировальной машине Struers Roto Pol-21 в автоматическом режиме. При шлифовании применялись последовательно шлифовальные бумаги Struers с зернистостью карбида кремния (SiC) 120, 220, 500, 800, 1200, 4000.

Полирование образцов проводили с помощью суспензии из коллоидного оксида кремния O-PS для финишной полировки с размером зерна 0,04 мкм.

Твердость образцов с наплавленными слоями измерялась согласно ГОСТ 9013-59 на твердомере TP 5006.

Микроструктура наплавленных слоев исследовалась на оптическом микроскопе Neophot-32 и сканирующем электронном микроскопе HitachiS-3400N, оснащенный рентгеновским энергодисперсионным спектрометром NORAN.

Рентгеноструктурный фазовый анализ образцов с наплавленными слоями проводился на дифрактометре ДРОН-4 с использованием монохроматического Co-K $\alpha$  излучения (длина волны 1.79021 Å) и Cu-K $\alpha$  излучения (длина волны 1.54178 Å). Съемка проводилась в режиме шагового сканирования в интервале углов  $2\Theta = 10^\circ \dots 130^\circ$ , шаг съемки составлял  $0,1^\circ$ , экспозиция – 2...4 с.

Обработка спектров проводилась при помощи программ качественного PHAN и количественного анализа PHAN%, разработанных в НИТУ «МИСиС».

Трибологические свойства образцов с наплавленными слоями оценивали в соответствии с международными стандартами ASTM G 99-959 и DIN 50324 на высокотемпературной машине трения HightemperatureTribometer CSM Instruments по схеме pin-on-disk. В качестве контртела применяли шарик из Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> диаметром 6 мм. Линейная скорость скольжения образцов выбрана равной 10 см/с, нагрузка – 5 Н. Зависимость коэффициента трения трущейся пары от длины пробега контртела, равной 500 м, строилась на компьютере с помощью программного обеспечения InstrumX.

Температура трибологических испытаний составляет 500 °С, что соответствует температуре на поверхности роликов МНЛЗ №2 АО «ОЭМК», измеренной тепловизором SDS Hot Find-DXT [2].

Профиль дорожки износа исследовали на оптическом профилометре Veeco Wyco NT 1100.

Скорость износа определяли по формуле:

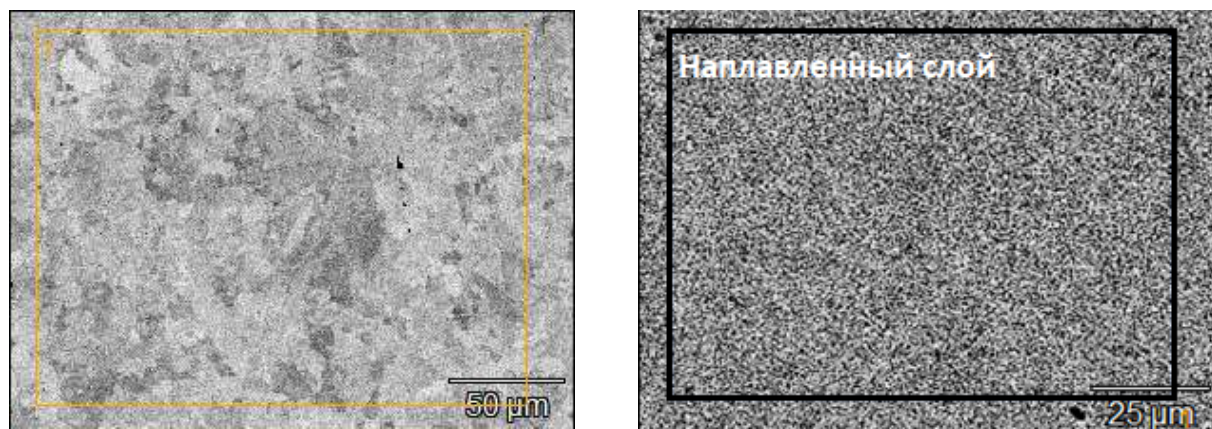
$$W = s \cdot L / (H \cdot l),$$

где  $W$  – скорость износа, мм<sup>3</sup>·Н<sup>-1</sup>·м<sup>-1</sup>;  $L$  – длина окружности, мм;  $s$  – площадь сечения износа канавки, мм<sup>2</sup>;  $H$  – нагрузка, Н;  $l$  – путь трения, м.

### Результаты и обсуждение

Установлено, что твердость наплавленных слоев составила 43 HRC при лазерной наплавке материала ПЭл1 и 50 HRC – при электродуговой наплавке под флюсом материала ПП-Нп-25Х5ФМС.

Структура наплавленного слоя после лазерной наплавки приведена на рис. 2а, состав представлен в табл. 1.



а)

б)

Рис. 2 – Структура наплавленного слоя:

а – Лазерная наплавка материала ПЭл 1; б – электродуговая наплавка под флюсом ПП-Нп-25Х5ФМС

Таблица 1 – Элементный состав слоя наплавленного лазером слоя ПЭл1(рис. 2а)

Область	С-К	О-К	Cr-К	Fe-К	Co-К	Mo-L
1	1,8	14,1	13,1	67,9	2,2	0,9

На рис. 2б приведена структура наплавленного слоя ПП-Нп-25Х5ФМС, а в табл. 2 приведен его элементный состав.

Таблица 2 – Элементный состав слоя наплавленного ПП-Нп-25Х5ФМС (рис. 2б)

Область	О-К	Cr-К	Mn-К	Fe-К
1	27,8	0,9	0,5	70,7

Фазовый состав наплавленных слоев приведен в табл. 3. Выявлено, что наплавленные слои состоят из двух фаз, основной фазой в образцах  $\alpha$ -Fe (мартенсит).

Таблица 3 –Фазовый состав наплавленных слоев

Наплавленный материал	Фаза	Структурный тип	Символ Пирсона	Весовая доля, %	Периоды, Å
ПЭл1	$\alpha$ -Fe	type A2	cI2/1	82	a = 2.880
	$\gamma$ -Fe	type A1	cF4/1	18	a = 3.593
ПП-Нп-25Х5ФМС	$\alpha$ -Fe	type A2	cI2	98	a= 2.872
	$\gamma$ -Fe	type A1	cF4	2	a= 3.587

Коэффициент трения  $K_{тр}$  в паре образец наплавленный лазером материал ПЭл1 – контртело после 500 м испытаний составляет 0,59 (рис. 3а), в паре образец 25Х5ФМС – контртело – 0,5 (рис. 3б), при этом для покрытия, наплавленного лазером, не наблюдается

скачкообразных изменений коэффициента трения, фиксируемых для образца, полученного при помощи дуговой наплавки. Вероятно, большой коэффициент трения для покрытия, наплавленного лазером, обусловлен образованием на его поверхности более тонкой пленки оксидов хрома при повышенной температуре. В то же время, на поверхности покрытия, полученного при помощи дуговой наплавки, при повышенной температуре вероятнее всего образуется толстая пленка оксидов железа (вюстит, магнетит, гематит), что обусловлено различиями в системе легирования наплавливаемых материалов. Толстые оксидные пленки могут выступать в роли твердой смазки и непосредственно влиять на величину коэффициента трения.

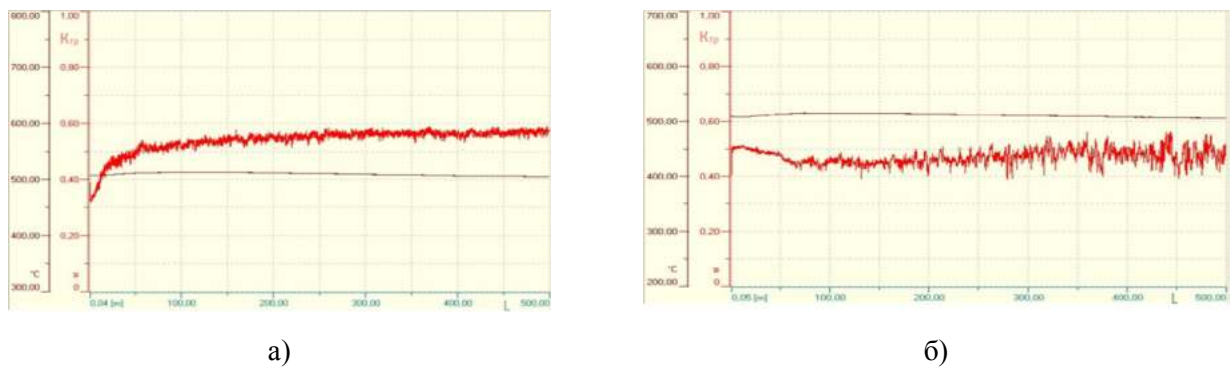


Рис. 3 – Зависимость коэффициента трения наплавленных слоев от длины пробега контртела:  
 а – лазерная наплавка материала ПЭл1; б – электродуговая наплавка 25X5ФМС

Профиль дорожки износа образца из ПЭл1 и ее трехмерное изображение приведены на рис.4. Скорость износа образца составляет  $58,9 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^3 \cdot \text{Н}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ .

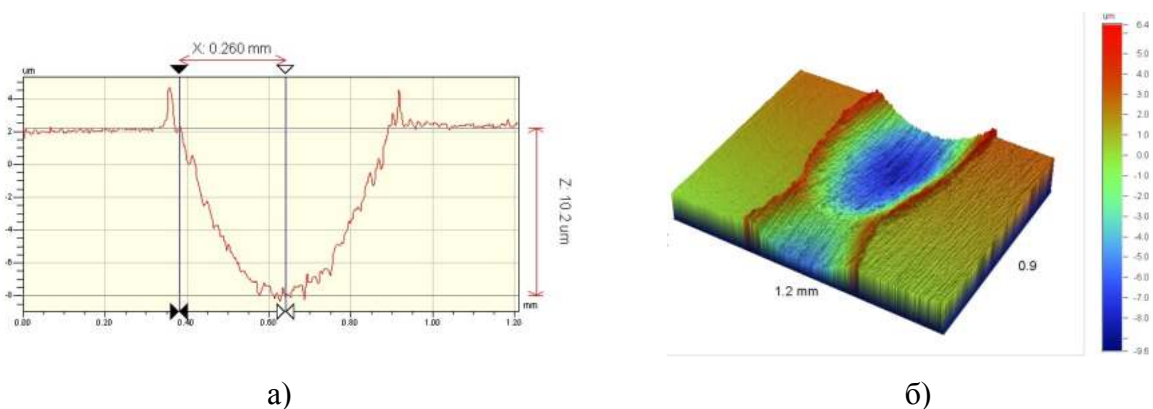


Рис. 4 – Профиль дорожки износа образца с наплавленным слоем ПЭл1(а) и ее трехмерное изображение (б)

Профиль дорожки износа образца 25X5ФМС и ее трехмерное изображение приведены на рис. 5. Скорость износа образца с наплавленным слоем составляет  $292,5 \times 10^{-6}$



$$6 \text{ мм}^3 \cdot \text{Н}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$$

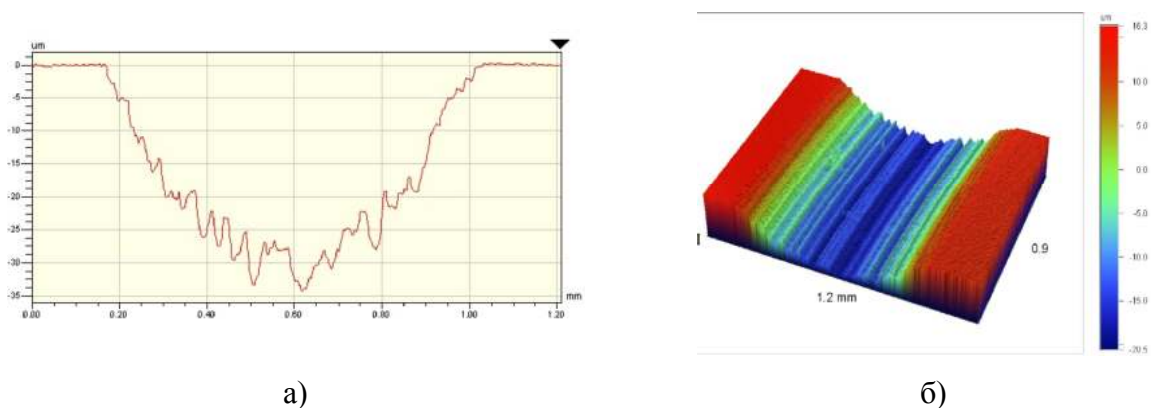


Рис. 5 – Профиль дорожки износа образца с наплавленным слоем ПП-Нп-25Х5ФМС (а) и ее трехмерное изображение (б)

Как видно, образец с лазерной наплавкой материала ПЭл 1, характеризуются более низкой в 4,95 раза скоростью износа по сравнению с образцом с наплавленным порошковой проволокой 25Х5ФМС слоем.

Вероятно, более низкая скорость износа покрытий обусловлена особенностями лазерной наплавки. Так, точная дозировка энергии лазерного излучения позволяет обеспечить степень перемешивания наплавляемого материала с основным не более 3...7 % при величине зоны термического влияния не более 500 мкм, а также обеспечить сверхвысокие скорости охлаждения и кристаллизации наплавляемого металла, более  $10^3 \dots 10^4$  °C/с.

Скорость кристаллизации наплавляемого металла определяет его фазовый и структурный состав, а, следовательно, и стойкость к износу, как структурно-чувствительную характеристику. В частности, более высокие скорости кристаллизации обуславливают повышение дисперсности образующихся упрочняющих фаз, определяющих износостойкость покрытий.

Локальное поле напряжений, существующее вокруг частиц упрочняющих фаз, затрудняет движение дислокаций при пластической деформации, предшествующей разрушению металлической матрицы твердого раствора, тем самым затрудняя ее изнашивание [17]. Предположительно, более высокая дисперсность упрочняющих фаз, образующихся при лазерной наплавке покрытий, позволяет им лучше выполнять функции барьеров и противостоять износу.

Кроме того, для разработанного экономнолегированного порошка на основе железа реализован эффект, полученный в работе [18] для дорогостоящих порошков на основе

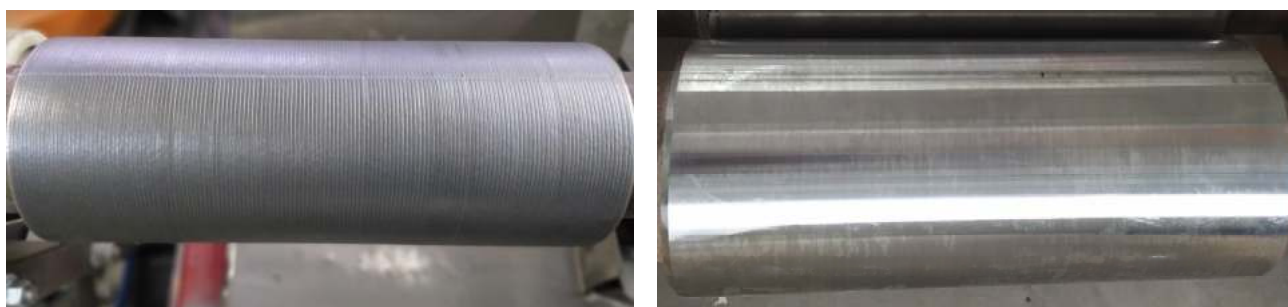
никеля. В частности, за счет легирования порошка кобальтом увеличена стойкость получаемых покрытий к высоко-температурному износу и механизм износа изменен с абразивного, наблюдаемого для образца, наплавленного под флюсом, на адгезионный для образца наплавленного лазером (см. профиль дорожки износа образца на рис. 5 и 6 соответственно).

По результатам лабораторных исследований было принято решение восстановить опытную партию роликов третьей секции МНЛЗ №2 АО «ОЭМК» методом лазерной наплавки материала ПЭл1 на оборудовании и по технологии, разработанной ООО «ВВСТ».

При помощи лазерной наплавки с использованием волоконного лазера и шестиосевого промышленного робота в автоматизированном режиме были получены покрытия толщиной ~3,5 мм (рис. 6), последующая термическая обработка не проводилась. Вследствие малой шероховатости покрытия припуск на обработку составил 0,5 мм (при наплавке под флюсом 3...6 мм), шероховатость поверхности после механической обработки  $Ra = 3,2$  мкм, трещин и отслоений не обнаружено.

За счет снижения времени на термическую и механическую обработку технология лазерной наплавки позволяет, в сравнении с базовым вариантом наплавки под флюсом, снизить затраты на ремонт роликов МНЛЗ примерно на 50 % при возможности выполнения многократного ремонта.

В настоящее время ролики МНЛЗ восстановленные методом лазерной наплавки материала ПЭл1 проходят промышленные испытания на третьей секции МНЛЗ №2 АО «Оскольский электрометаллургический комбинат». После эксплуатации экспериментальных роликов в течение 5 месяцев износ составляет менее 0,05 мм на диаметр.



а)

б)

в)

Рис. 6 – Ролик третьей секции МНЛЗ №2 АО «ОЭМК», восстановленные методом лазерной наплавки материала ПЭл1:

а – после наплавки, б – после механической обработки

## Выводы

1. Установлено, что образцы покрытий, полученные при помощи дуговой и лазерной наплавки, имеют различные коэффициенты трения при повышенной температуре (500 °С) и сопоставимых нагрузках (5 Н) и скоростях скольжения (10 см/с) – 0,5 и 0,59 соответственно. Вероятно, это обусловлено различиями в системе легирования наплавляемых материалов. Толстые оксидные пленки железа, образующиеся на поверхности покрытия, наплавленного дугой и порошковой проволокой 25Х5ФМС, могут выступать в роли твердой смазки и непосредственно влиять на величину коэффициента трения, в то время как более тонкие оксидные пленки хрома, образующиеся на поверхности покрытия, наплавленного лазером из порошка ПЭл1 (Fe-Co-Cr-Mo) – нет.

2. Образец с лазерной наплавкой из материала ПЭл1, характеризуется более низкой в 4,95 раза скоростью износа по сравнению с образцом с наплавленным порошковой проволокой 25Х5ФМС покрытием. По-видимому, это обусловлено сверхвысокими скоростями охлаждения и кристаллизации металла, наплавляемого лазером и повышением дисперсности образующихся упрочняющих фаз, определяющих износостойкость покрытий.

3. За счет легирования порошка кобальтом увеличена стойкость получаемых покрытий к высокотемпературному износу и механизм износа изменен с абразивного, наблюдаемого для образца, наплавленного под флюсом, на адгезионный для образца, наплавленного лазером, о чем свидетельствует профиль дорожки износа образцов.

4. При помощи волоконного лазера и 6-осевого промышленного робота в автоматизированном режиме были получены покрытия толщиной ~3,5 мм на сторону без последующей термической обработки. Вследствие малой шероховатости покрытия припуск на обработку составил 0,5 мм (при наплавке под флюсом 3...6 мм), шероховатость поверхности после механической обработки  $Ra = 3,2$  мкм. Было установлено, что за счет снижения времени на термическую и механическую обработку технология лазерной наплавки позволяет, в сравнении с базовым вариантом наплавки под флюсом, существенно сократить затраты на ремонт роликов МНЛЗ при возможности выполнения многократного ремонта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия развития черной металлургии России на 2014-2020 годы и на перспективу до 2030года (утв. приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 5 мая 2014 г. №839).

2. Репников Н.И., Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Бойко П.Ф., Мамкин В.А. Определение перспективных наплавочных материалов для восстановления роликов

вторичного охлаждения МНЛЗ с использованием структурных и трибологических методов исследований // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: материалы тринадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Т. 1. – 2016. – С. 280-284.

3. Кирчу И.Ф., Степанова Т.В., Супрун М.В. Опыт применения роликов из стали 25Х2Г1АФ на слябовой МНЛЗ // Сталь. – 2015. – №1. – С. 68-72.

4. Красильников С.Г., Окунев Ю.В., Пантелеймонов В.А., Шаповалов К.П., Орлов Л.Н., Голякевич А.А. Применение порошковой проволоки ООО «ТМ ВЕЛТЕК» в производстве металлоконструкций ЗАО «НКМЗ» // Сварщик. – 2007. – №1 (53). – С. 6-9.

5. Березовский А.В. Наплавочные материалы для упрочнения роликов МНЛЗ // Инновации в материаловедении и металлургии: материалы I международной интерактивной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2012. – Ч.1. – С. 34-37.

6. Мазур Н.В. Повышение стойкости роликов МНЛЗ на основе результатов исследования и моделирования процессов при их изготовлении, восстановлении и эксплуатации // Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н., Магнитогорск, 2009. – 20 с.

7. Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Владимиров А.А., Титова А.П. Применение наплавочных материалов, модифицированных тугоплавкими компонентами, для восстановления роликов машин непрерывного литья заготовок // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – №8 (81). – С. 41-48.

8. Коротков В.А., Михайлов И.Д., Бабайлов Д.С. Исследование наплавленного слоя опорных роликов машин непрерывного литья заготовок // Сварочное производство. – 2007. – № 1. – С. 30-33.

9. Якушин Б.Ф., Цирков П.А. Особенности технологии дуговой наплавки роликов для установок непрерывной разливки сталей // Сварка и диагностика. – 2009. – № 5. – С. 35-40.

10. Ибатов М.К., Кривцова О.Н., Жунусов Ж.А. Выбор эффективного способа поверхностной обработки упрочнения роликов рольганга // Вестник Карагандинского государственного индустриального университета. – 2015. – №4. – С. 25-29.

11. Filatov, S.V., Dagman, A.I., Karavaev, V.N. et al. The NLMK's Experience of Operating Slab CCM Molds with Improved Wall Design. Metallurgist 62, 58–61 (2018).

12. Kadoshnikov, V.I., Platov, S.I., Terent'ev, V.D. et al. Improving the durability of the initial sections of continuous casters Nos. 2 and 3 at the Magnitogorsk Metallurgical Combine. Metallurgist 51, 216-219 (2007).

13. Kudryashov A.E., Zamulaeva E.I., Levashov E.A., Kiryukhantsev-Korneev F.V.,

Sheveiko A.N., Shvyndina N.V. Application of electrospark deposition and modified SHS electrode materials to improve the endurance of hot mill rolls. Part 2. Structure and properties of the formed coatings. *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*.55, 502-513 (2019).

14. Sanz A. New coatings for continuous casting rolls. *Surface and Coatings Technology* 177 –178 (2004) 1-11.

15. Lester S., Longfield N., Griffiths J., Cocker J., Staudenmaier C., Broadhead G. (2013). New Systems for Laser Cladding. *Laser Technik Journal*. 10. 10.1002/latj.201390037.

16. Ray A. et al. Laser cladding of continuous caster lateral rolls: Microstructure, wear and corrosion characterisation and on-field performance evaluation. *Journal of Materials Processing Technology* 214 (2014) 1566-1575.

17. Крагельский И.В. Трение и износ. Беларусь: Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого, 2008. – 224 с.

18. Wang K. et al. Effect of Cobalt on Microstructure and Wear Resistance of Ni-Based Alloy Coating Fabricated by Laser Cladding. *Metals* 7, 551 (2017) 1-12.

**СТРУКТУРА, СОСТАВ И СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ, ПОЛУЧЕННЫХ  
МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ И ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО  
НАПЫЛЕНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ОПЛАВЛЕНИЕМ**

**Часовских А.С., Кудряшов А.Е.**

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,  
г. Москва, Россия  
aekudr@yandex.ru.*

***Аннотация.** Приведены результаты исследований, направленных на изучение функциональных покрытий нанесённых на ролики рольганга, методами электродуговой наплавки и газотермического напыления с последующим оплавлением, с целью восстановления и упрочнения. В рамках исследования были проведены измерения микротвёрдости, фазовый анализ, структурный анализ и трибологические испытания.*

**Ключевые слова:** ролики рольганга; электродуговая наплавка; газотермическое напыление; оплавление; микротвёрдость; фазовый анализ; структурный анализ; трибологические испытания.

**STRUCTURE, COMPOSITION AND PROPERTIES OF THE DEPOSITED LAYERS  
OBTAINED BY ELECTRIC ARC SURFACING AND GAS-THERMAL SPUTTERING  
WITH SUBSEQUENT REFLOW**

**Chasovskikh A.S., Kudryashov A.E.**

*National University of Science and Technology MISIS, Russia, Moscow  
aekudr@yandex.ru.*

***Annotation.** The results of studies aimed at studying the functional coatings applied to the roller rollers by the methods of electric arc surfacing and gas-thermal sputtering with subsequent reflow, in order to restore and strengthen. The study included microhardness measurements, phase analysis, structural analysis, and tribological tests.*

**Keywords:** roller rollers; electric arc surfacing; gas-thermal sputtering; reflow; microhardness; phase analysis; structural analysis; tribological tests.

## Введение

Повышение ресурса работы металлургического оборудования позитивно влияет на увеличение производительности, улучшения качества и снижение себестоимости выпускаемой продукции, что укрепляет конкурентоспособность предприятия на внутреннем и международном рынках.

Одной из основных расходных статей для поддержания жизнедеятельности любого производства являются затраты, связанные с ремонтом машин и агрегатов и обеспечение их запасными деталями и узлами [1].

В решении задачи значительного уменьшения затрат, связанных с ремонтом металлургического оборудования, большую помощь оказывают технологии восстановительной и упрочняющей наплавки.

Бесперебойная работа рольганга во многом зависит от качества применяемых роликов. Условия эксплуатации роликов рольганга относятся к экстремальным: высокие механические нагрузки и быстротечные процессы нагрева и охлаждения рабочей поверхности, приводящие к термоусталостному растрескиванию и последующему разрушению.

Для снижения затрат, связанных с ремонтом роликов рольганга, особенно эффективны технологии восстановительной и упрочняющей наплавки.

Целью данной работы является проведение комплекса исследований структуры, состава и свойств наплавленных слоев, сформированных методами электродуговой наплавки и газотермического напыления с последующим оплавлением.

## Материалы и методы исследования

Электродуговая наплавка слоев осуществлялась в СТИ НИТУ «МИСиС», двумя экспериментальными составами порошковых проволок, в шихту которых вводили модифицирующие тугоплавкие компоненты – карбид вольфрама и гексагональный нитрид бора.

В качестве базовой, для изготовления экспериментальных составов порошковых проволок для наплавки образцов была выбрана проволока АСМ 4430-SA, выпускаемая ООО «АСМ Группа». Данная проволока характеризуется высоким содержанием хрома (14 %).

Шихта экспериментального состава АСМ 10 состояла из АСМ 4430-SA + 6 % WC + 0,3 % BN г, а состава АСМ 11- АСМ 4430-SA + 10% WC+0,4 % BN г.

Образцы с газотермическим напылением наплавливали материалами Рок-дюр 67 (Ni, 17% Cr, В, Si) и Рок-дюр 6740 (Ni, 17 % Cr, В, Si + 40 % (88 %WC + 12% (Ni-Cr-B-Si)).

Наплавку проводили на фирме ООО «Оерликон Метко Рус» по существующему на предприятии технологическому процессу.

Образцы с наплавленными слоями подвергали механической обработке. С обратной стороны «наплавка» с помощью угловой шлифовальной машины отрезали слой (подложку) толщиной 5-7 мм. Стороны образцов размером 20...22×20...22 мм, подвергали шлифовке на плоскошлифовальном станке полуавтомате модели 3E 711B. Сначала шлифовали обратную сторону образцов («низ»), затем рабочую сторону. Для снижения шероховатости, наплавленный слой шлифовали на полировальной машине.

Для исследования структуры наплавленных слоев, от образца отрезали «угол» со сторонами катетов ~10 мм.

Шлифы готовили на полировальной машине фирмы «Struers» «RotoPol-21» в автоматическом режиме. При шлифовке применялись последовательно шлифовальные бумаги «Struers» с зернистостью карбида кремния (SiC) #120 - #4000. Полировку образцов проводили с помощью коллоидной суспензии на водной основе оксида кремния O.P.S. дисперсностью 0,05 мкм.

Для выявления структуры наплавленного слоя, шлифы перед исследованиями подвергали травлению в смеси кислот  $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$  (царской водке).

Твердость образцов с наплавленными слоями измеряли согласно ГОСТ 9013-59 «Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу».

Рентгеноструктурный фазовый анализ (РФА) образцов с наплавленными слоями проводили на дифрактометре ДРОН-4 с использованием монохроматического Cu-K $\alpha$  излучения (длина волны 0.154178 нм). Съемка велась в режиме шагового сканирования в интервале углов  $2\Theta = 10^\circ - 110^\circ$ , шаг съемки составлял  $0,1^\circ$ , экспозиция – 2-3 с. Обработка спектров проводилась при помощи программ, разработанных в НИТУ МИСиС [2].

Микроструктура наплавленных слоев исследовалась на оптическом микроскопе «Neophot-32» и сканирующем электронном микроскопе «HitachiS-3400N», оснащенным рентгеновским энергодисперсионным спектрометром NORAN.

Трибологические свойства образцов оценивали в соответствии с международными стандартами ASTM G 99-959 и DIN 50324 на высокотемпературной машине трения «High-temperature Tribometer» («CSM Instruments», Швейцария) по схеме pin-on-disk. В качестве контртела применяли шарик из  $\text{Al}_2\text{O}_3$  диаметром 6 мм. Линейная скорость скольжения образцов с покрытием выбрана равной 5 см/с, нагрузка – 5 Н. Температура эксперимента составляла 500 °С. Зависимость коэффициента трения трущейся пары от длины пробега контртела (500 м) строилась на компьютере с помощью программного обеспечения «InstrumX».



Профиль дорожки износа исследовали на оптическом профилометре «Veeco WYKONTNT 1100» (США).

Приведенный износ рассчитывали по формуле:

$$W = s \times L / (H \times l), \quad (1)$$

где  $W$  – приведенный износ,  $\text{мм}^3 \cdot \text{Н}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ ;  $L$  – длина окружности, мм;  $s$  – площадь сечения износа канавки,  $\text{мм}^2$  ( $s = 2 \cdot \pi \cdot R$ );  $H$  – нагрузка, Н;  $l$  – путь трения, м.

### Результаты и их обсуждение

Твердость наплавленных слоев представлена в таблице 1. Видно, что образцы, полученные методом газотермической наплавкой с оплавлением, характеризуются максимальной твердостью 62,0 и 60,7 HRC. Образцы с электродуговой наплавкой имеют меньшую твердость – 46,6 (АСМ 10) и 51,5 (АСМ 11). Разница в твердости, по-видимому, связана с составом слоев.

Таблица 1 – Твёрдость наплавленных слоёв

№ образца	Наименование образца	Хим. состав	Твердость, HRC
1	АСМ 10	АСМ 4430-SA + 6 % WC+0,3 % BN $\Gamma$	46,6 ± 2,1
2	АСМ 11	АСМ 4430-SA + 10% WC+0,4 % BN г.	51,5 ± 2,3
3	Рок- дюр 67	Ni, 17% Cr, B, S	62,0 ± 0,8
4	Рок- дюр 6740	Ni, 17 % Cr, B, Si + 40 % (88 %WC + 12% (Ni-Cr-B-Si))	60,7 ± 1,4

Результаты рентгеноструктурного фазового анализа представлены в таблице 2. Выявлено, что в образцах, наплавленных экспериментальными проволоками АСМ, основной фазой является  $\alpha$ -Fe (мартенсит), соответственно, 78% (АСМ 10) и 84% (АСМ 11). Кроме этого, наблюдается твёрдый раствор Fe-Cr-Ni –  $\gamma$  (аустенит) - 22% (АСМ 10) и 16% (АСМ 11).

В образце Рок-дюр 67 основной фазой является борид железа  $\text{Fe}_3\text{B}$  (52 %). Также обнаружены твердый раствор на основе никеля (34 %) и карбид хрома (14 %).

Борид железа  $\text{Fe}_3\text{B}$  (35 %) является основной фазой и в слое Рок-дюр 6740. Кроме этой фазы, обнаружены твердый раствор на основе никеля (32 %), карбид (10%) и полукарбид (10%) вольфрама, двойной карбид  $\text{W}_6\text{Ni}_6\text{C}$  (13 %).

Высокая твердость слоев Рок-дюр, очевидно, связана с высоким содержанием в них карбидов и боридов.

Таблица 2 – Фазовый состав наплавленных образцов

Образец	Фаза	Стр. тип	Об. доля, %	Вес. доля, %	Периоды, нм
1	Fe-Cr-Ni – $\gamma$ ( type A1 )	cF4/1	22	22	a = 0.3622
	$\alpha$ -Fe ( type A2 )	cI2/1	78	78	a= 0.2900
2	Fe-Cr-Ni – $\gamma$ ( type A1 )	cF4/1	16	16	a = 0.3613
	$\alpha$ -Fe ( type A2 )	cI2/1	84	84	a= 0.2886
3	твёрдый раствор на основе никеля Fe-Cr-Ni - $\gamma$ ( type A1 )	cF4/1	32	34	a = 3.542
	Fe <sub>3</sub> B ( type D0.11 )	oP16/2	52	52	a = 5.278 b = 6.637 c = 4.398
	Cr <sub>7</sub> C <sub>3</sub> ( type D10.1 )	oP40/6	16	14	–
4	твёрдый раствор на основе никеля Fe-Cr-Ni - $\gamma$ ( type A1 )	cF4/1	37	32	a = 3.547
	W C ( type Bh )	hP3/2	6	10	a =2.905 c= 2.836
	W <sub>2</sub> C ( type L'3 )	hP4/6	6	10	a= 3.000 c= 4.733
	W <sub>6</sub> Ni <sub>6</sub> C ( type E9.3 )	cF104/1	8	13	a=10.777
	Fe <sub>3</sub> B ( type D0.11 )	oP16/2	43	35	a = 5.280 b = 6.624 c = 4.403

Характерная структура наплавленных слоев приведена на рисунке 1. Структуры слоев АСМ 10 и АСМ 11 практически идентичны и состоят из зерен мартенсита, окруженного прослойками аустенита.

Структура образцов Рок-дюр состоит из тугоплавких фаз, растворенных в твердом растворе. Видно, что все наплавленные слои характеризуются минимальным количеством дефектов. Высокое содержание тугоплавких фаз в слое Рок-дюр 6740 (68 %) способствовало появлению в нем трещин.

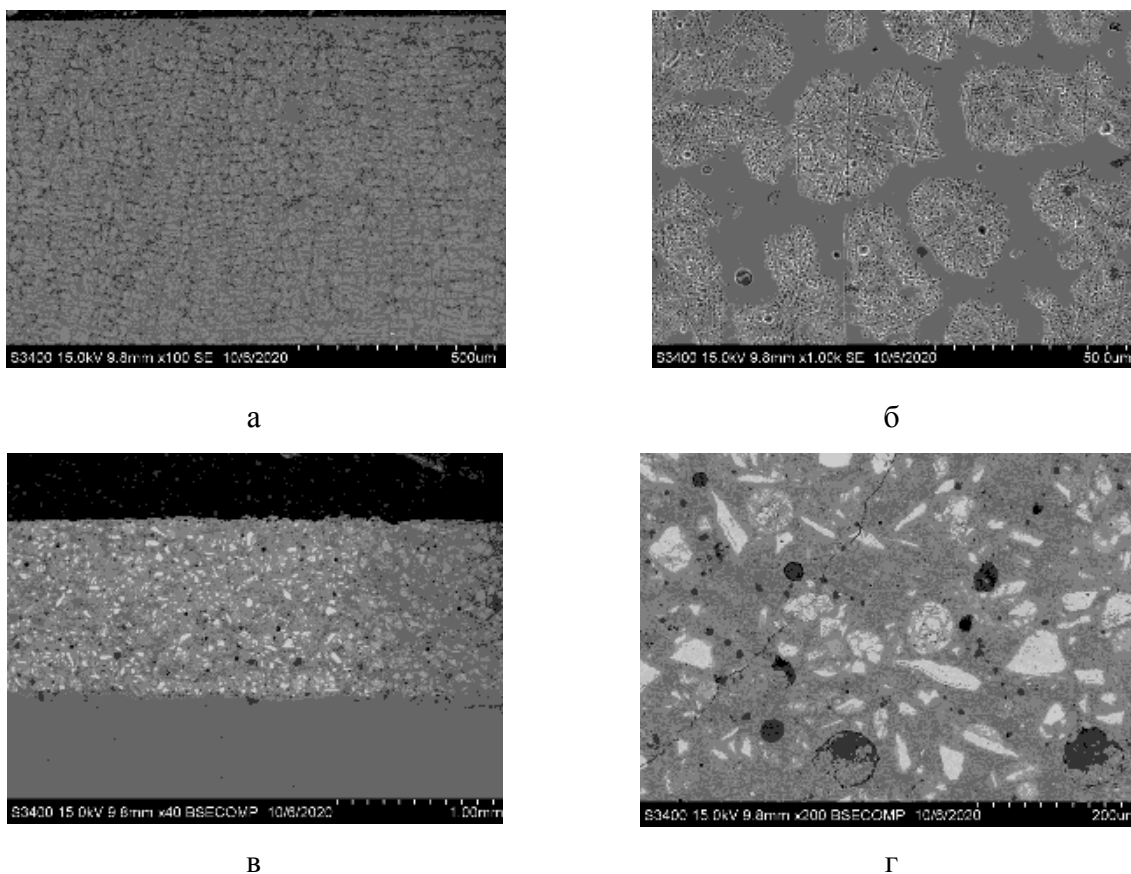


Рис. 1 – Структура наплавленных слоев. АСМ 10 (а, б) и Рок- дюр 6740 (в, г)

Зависимость  $K_{тр}$  от длины пробега контртела представлены на рисунке 2. Минимальным  $K_{тр}$  характеризуется слой Рок-дюр 67 (0,43), а максимальным - Рок-дюр 6740 (0,6). Зависимость для образца Рок-дюр 6740 наименее стабильная: высокий  $K_{тр}$  в начальный момент, снижение до 0,49 и при дальнейшем продолжении эксперимента рост до 0,6. Вероятно увеличение  $K_{тр}$  связано с износом оплавленного слоя.

Наплавленные электродуговой наплавкой слои характеризуются стабильностью в процессе эксперимента, соответственно 0,52 (АСМ 10 %) и 0,50 (АСМ 11).

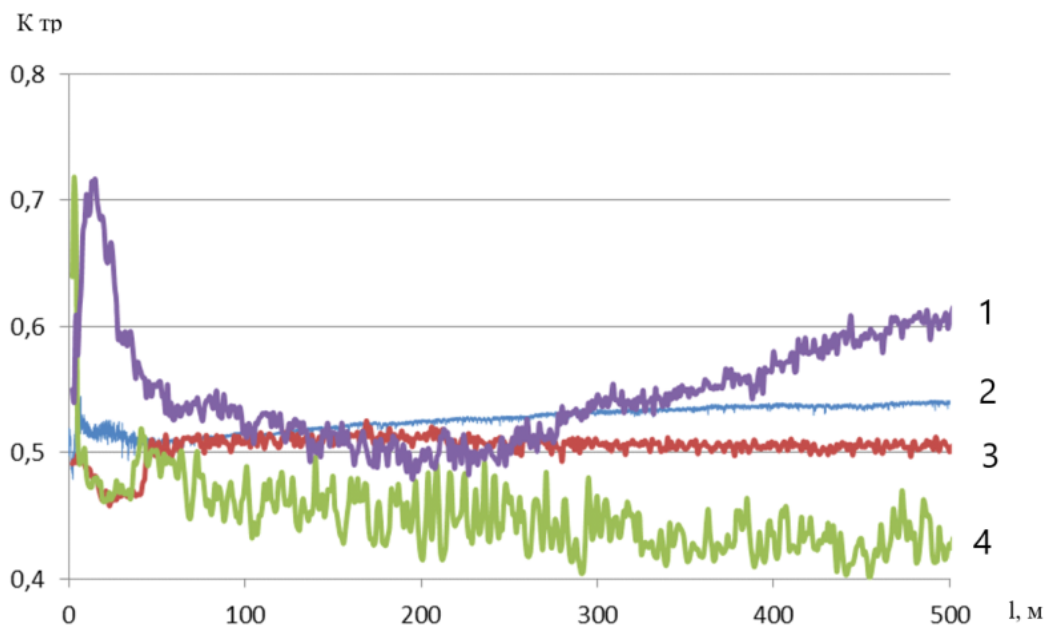


Рис. 2 – Зависимость  $K_{тр}$  от длины пробег контртела  
 1 – Рок-дюр 6740; 2 – АСМ 10; 3 - АСМ 11; 4 - Рок-дюр 67

На образцах, после высокотемпературных трибологических испытаний, образуются дорожки износа. Профили дорожки износа и их трехмерный вид приведены на рисунке 3.

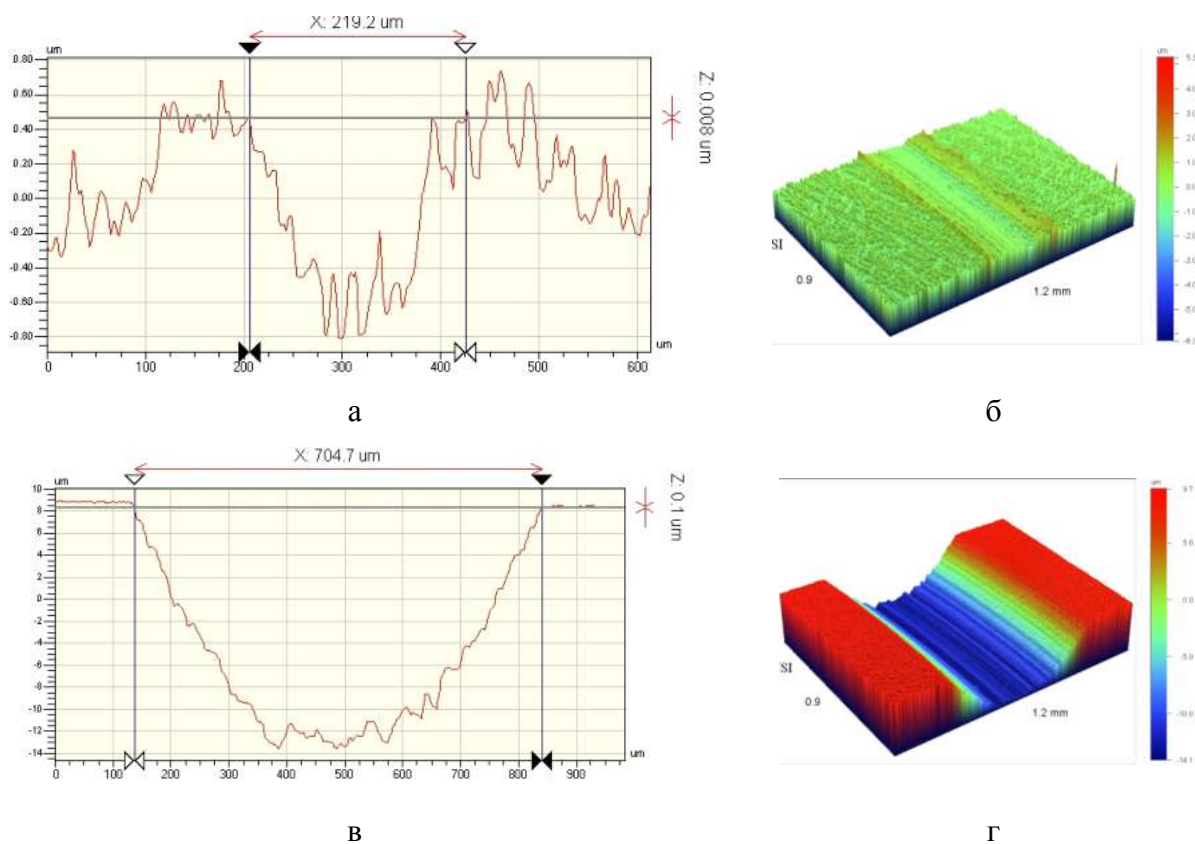


Рис. 3 – Профили дорожки износа (а, в) и их трехмерный вид (б, г). АСМ 10 (а,б), Рок-дюр 6740 (в, г)

Установлено, что образцы, наплавленные электродуговой наплавкой, характеризуются меньшей величиной приведенного износа (в 65 раз), по сравнению со слоями, наплавленными газотермическим напылением с последующим оплавлением Рок-дюр (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты трибологических испытаний

№	Образец	Ктр нач	Ктр мин	Ктр макс	Ктр сред	W, $\times 10^{-6} \text{мм}^3 \cdot \text{Н}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$
1	АСМ 10	0,51	0,48	0,55	0,53	2,66
2	АСМ 11	0,49	0,44	0,54	0,52	2,72
3	Рок-дюр 67	0,64	0,35	0,72	0,42	179,36
4	Рок-дюр 6740	0,55	0,48	0,77	0,69	174,51

### Выводы

На основании полученных результатов, для наплавки роликов рольганга на АО «ОЭМК», рекомендованы порошковые проволоки для наплавки АСМ. Наплавленные слои, из которых, обеспечивают повышенную износостойкость при удовлетворительной твердости.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титаренко В.И., Титаренко А.В., Ткаченко О.В., Голякевич А.А., Орлов Л.Н., Гиук С.П.. Наплавочные технологии, оборудование и материалы – эффективный инструмент сокращения расходов на промышленных предприятиях // Сварщик. – 2009. – №3. – С. 22-27.
2. Шелехов Е.В., Свиридова Т.А. Программы для рентгеновского анализа поликристаллов. МИСиС // Металловедение и термическая обработка металлов. – 2000. – №8. – С.16-19.
- 3.Макаров А.В., Кудряшов А.Е., Владимиров А.А., Титова А.П. Применение наплавочных материалов, модифицированных тугоплавкими компонентами, для восстановления роликов машин непрерывного литья заготовок // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2019. – №8 (81). – С. 41-48.

**ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ  
ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ НАНЕСЕНИЯ ПРИ  
АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ**

**Шаповалов А.И.<sup>1</sup>, Труфанов И.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

tomm\_sti\_misis@mail.ru

<sup>2</sup>ООО «Центр Упрочнения «МЕТАЛЛРЕСУРС», 309516, г. Старый Оскол, микрорайон Конева, 13,

52gpa@mail.ru

***Аннотация.** Рассмотрено применение тонкопленочных алмазоподобных износостойких нанопокровтий на режущем инструменте для повышения его стойкости при обработке жаропрочных сталей, титана, алюминия. Представлена информация по свойствам покрытия, его структуре и результатам промышленных испытаний.*

**Ключевые слова:** алмазоподобное покрытие; режущий инструмент; титан; алюминий; стойкость.

**INCREASING THE RESISTANCE OF THE CUTTING TOOL WHEN PROCESSING  
HARD MATERIALS DUE TO APPLICATION AT ATMOSPHERIC PRESSURE OF  
THIN-FILM COATINGS**

**Shapowalow A.I.<sup>1</sup>, Trufanov I.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.

tomm\_sti\_misis@mail.ru

<sup>2</sup>LLC "Center of Strengthening METALLRESURS

52gpa@mail.ru

***Annotation.** The use of thin-film diamond-like wear-resistant nanocoatings on a cutting tool to increase its durability when processing heat-resistant steels, titanium, and aluminum is considered. Information on the properties of the coating, its structure and the results of industrial tests is presented.*

**Keywords:** diamond-like coating; cutting tool; titanium; aluminum; durability.

Развитие высокотехнологичных отраслей промышленности, какими безусловно являются горное и металлургическое машиностроение, двигателестроение, химическое машиностроение и арматуростроение, предъявляет высокие требования по применяемым материалам. Широкое применение находят материалы, обладающие высокими эксплуатационными показателями, но при этом обладающие также свойствами, затрудняющими их механическую обработку. Это приводит к необходимости применять при механической обработке режущий инструмент, обладающий высокой стойкостью и при этом обеспечивающий стабильность качества обработки.

При обработке таких материалов, как титан, жаропрочные и нержавеющие стали, алюминий и его сплавы, на режущий инструмент действуют совместно или по отдельности ряд факторов, затрудняющих обработки и влияющих на стойкость инструмента и ухудшающих качество обработки. Это прежде всего твердость, прочность, вязкость и адгезия материала при стружкоотделении на рабочую поверхность инструмента.

Для дополнительного упрочнения поверхности металлорежущего инструмента широко используются физические (PVD) и химические (CVD) методы нанесения тонкопленочных износостойких покрытий на основе тугоплавких соединений, которые в большинстве случаев позволяют наносить одно- и многослойные покрытия на основе нитридов, карбидов, карбонитридов титана, хрома, циркония, оксида алюминия. Данные покрытия, давая реальный эффект, имеют недостатки, специфичные для своих процессов: повышенные температуры разогрева инструмента, наличие вакуумных систем и другого сложного оборудования, большое энергопотребление и громоздкость оборудования, используемого в процессе нанесения покрытия. При этом толщина получаемых покрытий и их свойства дополнительно накладывают определенные требования по подготовке инструмента перед покрытием. В частности, требуется учитывать толщину покрытия при изготовлении высокоточного инструмента, делать припуск (занижать размер) на величину толщины покрытия. А также имеются требования по скруглению острых кромок инструмента с целью минимизации концентрации напряжений в покрытии и возможности его скалывания.

Многолетние исследования и опыт промышленного освоения различных технологий и покрытий для упрочнения режущих инструментов позволили в дальнейшем разработать технологию безвакуумного плазменного нанесения упрочняющего алмазоподобного нанопокрyтия на основе карбида, нитрида и оксида кремния (система Si-O-C-B-N), обеспечивающего значительное повышение стойкости инструмента[1]. Покрытие является продуктом плазмохимических реакций паров реагентов, прошедших через дуговой

плазматрон. Условия плазмохимического осаждения покрытий предполагают наличие в плазменной струе реагентов в ионизированном или атомарном состоянии. Можно получать требуемые реагенты непосредственно в плазменной струе путем разложения химических соединений, содержащих необходимые элементы, в реакционной камере плазматрона с инертной атмосферой и при высокой температуре, поддерживаемой дуговым разрядом. В качестве исходных веществ целесообразно выбрать такие металлоорганические и органические соединения, как, например, полиорганосилазаны. Исходные вещества, заливаемые в герметичные емкости специального жидкостного питателя, транспортируются в реакционную камеру дугового плазматрона в виде паров с помощью потока транспортирующего газа (аргона). Эффект от покрытия достигается за счет изменения физико-механических свойств поверхностного слоя: увеличения микротвердости, уменьшения коэффициента трения, создания сжимающих напряжений, залечивания микродефектов. При этом толщина покрытия не превышает 2 мкм, что, как правило, всегда вписывается в допуски на изготовление инструмента и не требует его дополнительной обработки.

Наносимое на режущий инструмент покрытие обладает рядом уникальных свойств: микротвердостью порядка 52 ГПа, способностью без окисления выдерживать температуры до 1100 °С, низким коэффициентом трения (например, равным 0,07 по стали ШХ15), высокими антиадгезионными и барьерными свойствами. Для сравнения, некоторые покрытия, наносимые вакуумными методами PVD [2], имеют следующие значения микротвердости, температуры начала окисления, коэффициента трения:

1) TiAlN: микротвердость – 30–35 ГПа, температура начала окисления - 540°С, коэффициент трения – 0,4;

2) TiAlCrN: микротвердость – 35 ГПа, температура начала окисления - 920°С, коэффициент трения – 0,4;

3) TiCN: микротвердость – 30 ГПа, температура начала окисления - 400°С, коэффициент трения – 0,4.

Эффективность покрытия связана с его повышенными антифрикционными свойствами и, соответственно, низким коэффициентом трения. Известно, что имеющийся в составе покрытия оксид кремния является высокотемпературным самосмазывающимся материалом и относится к твердосмазочным покрытиям. Поэтому дополнительное наличие всегда существующей твердой смазки в виде тонкопленочного покрытия на рабочих поверхностях инструмента позволяет ему эффективно работать на высоких скоростях обработки.



Одна из главных причин изнашивания рабочих поверхностей режущего инструмента связана с явлением усталости, которое приводит к изменению микрогеометрии поверхностного слоя иногда даже без заметного линейного или объемного износа. В этом случае на пятнах фактического контакта наблюдаются риски, питинги, следы схватывания, микротрещины, выкрошивания, которые при эксплуатации инструмента являются концентраторами напряжений, приводящими к более опасным повреждениям, чем равномерный износ того же объема. Усталостная прочность деталей в значительной степени определяется шероховатостью поверхности и физико-механическими характеристиками поверхностного слоя [3]. Известно, что чем меньше параметры шероховатости поверхности и, соответственно, степень дефектности поверхностного слоя, тем выше усталостная прочность деталей.

На снимке (рис.1), выполненном на электронном микроскопе «JEOL», показан поперечный шлиф плазменного безвакуумного тонкопленочного покрытия[1]. Визуально наблюдается повторение профиля поверхности основы и отсутствует пористость.

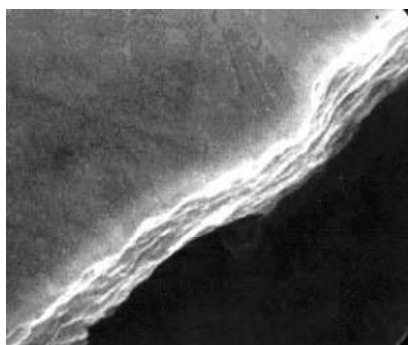


Рис. 1 – Поперечный шлиф образца с плазменным упрочняющим пленочным покрытием, полученным при атмосферном давлении

Формируется упрочняющее покрытие в виде прозрачной гладкой пленки, которая на полированной поверхности дает интерференционную картину, радужные оттенки которой изменяются по мере роста толщины покрытия от фиолетово-голубого до зелено-красного.

При изучении субмикрорельефа поверхностей образцов до и после плазменного безвакуумного нанесения тонкопленочного покрытия (рис. 2), выполненного на просвечивающем электронном микроскопе ЭММА-2 методом углеродно-серебряных реплик, была выявлена высокооднородная характерная шероховатость, присущая поверхностям после плазменного безвакуумного нанесения покрытия (в то время, как субмикрорельеф поверхностей до нанесения покрытия имеет явно выраженные следы – риски от предшествующей абразивной обработки)[1].

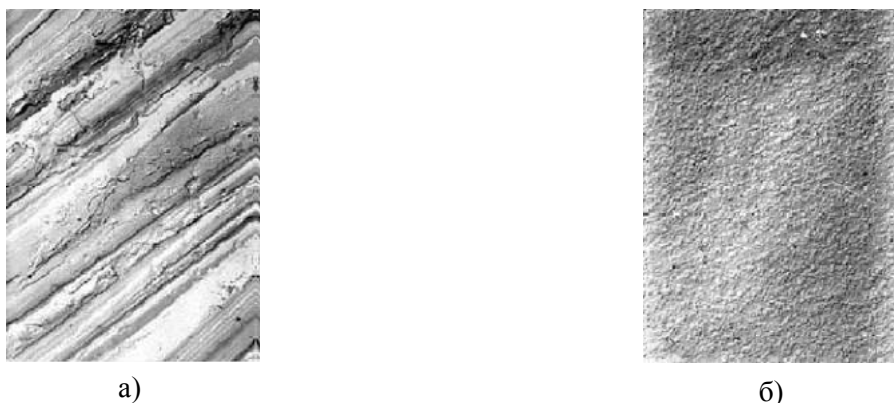


Рис. 2 – Микрорельеф поверхности до (а) и после (б) нанесения тонкопленочного покрытия (x5000)

В соответствии с этим можно утверждать, что изменение топографии поверхности после нанесения покрытия является подтверждением того, что покрытие, осаждаясь на микродефектах поверхности, залечивает, тем самым, дефектные зоны, образованные от предшествующей шлифовальной операции.

Кроме этого, многочисленными исследованиями доказано повышение усталостной прочности за счет создания на поверхности (прифинишной операции) технологических остаточных напряжений сжатия. В условиях резания инструмент испытывает растягивающие напряжения поверхностных слоев. Практически весь инструмент проходит финишную технологическую операцию абразивной обработки (заточки), которая приводит к образованию на поверхности также растягивающих остаточных напряжений. В результате в условиях эксплуатации рабочие растягивающие напряжения складываются с технологическими, что сказывается на интенсификации процесса износа. При нанесении алмазоподобного нанопокрyтия температура инструмента не превышает 100 ... 120 °С, а температура наносимого покрытия – более 1000–2000 °С, коэффициент линейного расширения наносимого покрытия составляет порядка  $0,8 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Наличие сжимающих остаточных напряжений на поверхности инструмента под покрытием обусловлено различием температурных коэффициентов линейного расширения материала покрытия и основы и, главным образом, - различием их температур в процессе формирования тонкопленочного покрытия на поверхности инструмента.

Наличие указанных выше свойств позволяет инструменту с покрытием показывать свою эффективность при обработке труднообрабатываемых материалов в реальных производственных условиях. При этом имеются ряд технологических и технико-экономических преимуществ:

1. Так как покрытие является бескамерным и наносится при атмосферном давлении, форма и размеры инструмента могут быть разнообразны.

2. На стоимость нанесения не влияет количество инструмента, так как не нужно заполнять камеру.

3. Минимальный нагрев в процессе обработки (не более 100...120 °С) не вызывает деформаций длинногабаритного инструмента, а также позволяет упрочнять инструментальные стали с низкой температурой отпуска.

4. Возможность упрочнения локальных (по глубине и площади) объемов инструмента в местах износа с сохранением исходных свойств материала в остальном объеме, что актуально для крупногабаритного инструмента и инструмента сложного профиля. Это позволяет оптимизировать затраты на упрочнение.

5. Низкий коэффициент трения способствует подавлению процессов наростообразования, что положительно влияет на качество обработки алюминия и нержавеющей сталей и стойкость инструмента при их обработке.

На сегодняшний день данная технология реализуется всего двумя организациями: ООО «Плазмацентр» г. Санкт-Петербург и ООО «ЦУП «МЕТАЛЛОРЕСУРС» г. Старый Оскол.

Организацией ООО «ЦУП «МЕТАЛЛОРЕСУРС» г. Старый Оскол накоплен большой опыт по повышению стойкости инструмента и качества обрабатываемой поверхности при механической обработке труднообрабатываемых материалов.

В частности, на предприятиях было проведено большое количество работ по повышению стойкости инструмента широкого диапазона размеров и конфигураций (фрез, протяжек, долбяков, сверел):

1. Фрезерование концевыми твердосплавными фрезами деталей из титановых сплавов ВТ3-1, ХН45МВТЮБР-ИД (ЭП718-ИД), ВТ8М-1 (рис. 3). Стойкость фрез повысилась в от 2,9 до 4 раз.



Рис. 3 – Концевые твердосплавные фрезы для обработки титановых сплавов с нанесенным покрытием.

2. Протягивание протяжками из быстрорежущей стали ЭП863МП пазов в детали из жаропрочного сплава ВВ-751П (рис. 4). Стойкость повысилась более чем в 2 раза. При этом

длина протяжек более 1м. Конструкция их предполагает клеевое соединение режущей части с основой. Обработка проводилась без разборки протяжек.



Рис. 4 – Протяжки с нанесенным покрытием

3. Долбление шлицев долбяками из ЭП675МП в детали из жаропрочного сплава ЭП741НП. До нанесения покрытия долбяк нарезал шлицы менее чем на 1 детали, что при износе и последующей смене инструмента часто приводило к браку. После нанесения покрытия долбяк нарезает шлицы полностью на одной детали.

4. Фрезерование фасонной фрезой поверхности на деталях из алюминиевых сплавов (рис. 5). Стойкость фрез увеличилась более чем в 4 раза при одновременном исключении брака от наростообразования алюминия на рабочих поверхностях инструмента.



а)



б)

Рис. 5 – Фасонные фрезы для обработки алюминия (а) и процесс нанесения на них покрытия (б)

На сегодняшний день существует один производитель инструмента, который изготавливает инструмент с использованием износостойкого алмазоподобного нанопокртия. Данный инструмент производится под маркой ТЕХПРОМЕТ г. Белгород.

#### **Выводы**

1. Применение технологии нанесения тонкопленочного износостойкого алмазоподобного нанопокртия на режущем инструменте позволяет повысить стойкость

инструмента и обеспечить качество обработки деталей из титана, жаропрочных и нержавеющей сталей и алюминия.

2. Технология позволяет локально наносить покрытие, что позволяет снизить стоимость нанесения покрытия и упрочнять инструмент любых размеров и из материалов с низкой температурой отпуска.

3. Учитывая, что стоимость нанесения покрытия составляет до 20% от стоимости инструмента, при одновременном увеличении стойкости в разы и обеспечения качества обработки, можно утверждать, что в период глобального сокращения производственных издержек применение данного покрытия будет экономически оправдано и обосновано.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Соснин Н.А., Ермаков С.А., Тополянский П.А. Плазменные технологии. СПб: Изд-во Политехнического университета. – 2008. – 406с.

2. Григорьев С.Н., Ильичев Л.Л., Волосова М.А. Нанесение покрытий и поверхностная модификация инструмента. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. – 393 с.

3. Терентьев В. Ф. Усталость металлических материалов. – М.: Наука, 2003. – 254 с.

# СЕКЦИЯ: «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

УДК622.788

## ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНТРОЛЯ

**Берсенеv И.С., Берсенеv Е.С., Лопатин А.С.**

*ООО «Научно-производственное внедренческое предприятие ТОРЭКС» (ООО «НПВП ТОРЭКС»), РФ,*

*г.Екатеринбург*

*620041 Россия, г.Екатеринбург, улица Основинская, 8 – 5 этаж*

*i.bersenev@torex-npvp.ru*

***Аннотация.** Представлена методика степени заполнения трубчатой вращающейся печи с использованием видеоконтроля, что может быть полезно при исследованиях тепловой работы печи и оперативном управлении. Изложен алгоритм оценки производительности печи на основе данных видеоконтроля.*

**Ключевые слова:** вращающаяся печь; видеоконтроль; производительность; степень заполнения.

## ASSESSMENT OF THE DEGREE OF FILLING OF THE ROTARY KILN USING A VIDEO MONITORING SYSTEM

**Bersenev I.S., Bersenev E.S., Lopatin A.S.**

*TOREX Research and Production Implementation Enterprise LLC (TOREX NPVP LLC), Russia, Yekaterinburg 620041*

*Russia, Yekaterinburg, Osnovinskaya street, 8th-5th floor*

*i.bersenev@torex-npvp.ru*

***Annotation.** The method of filling degree of a tubular rotary kiln using video monitoring is presented, which can be useful in studies of the thermal operation of the kiln and operational management. An algorithm for evaluating furnace performance based on video monitoring data is described.*

**Keywords:** rotary kiln; video monitoring; production rate; filling rate

При исследовании работы агрегатов с пересыпающимся слоем важным измеряемым параметром является степень заполнения [1, 2]. Особенно это актуально для технологических линий с наличием нескольких агрегатов и отсутствием весоизмеряющих приборов, что осложняет точность измерения производительности. Эта ситуация создает сложность в составлении материального и теплового балансов, распределение сырья, управления технологическим режимом. Решение этой задачи может быть реализовано за счет системы видеофиксации. Использование изображений для контроля технологическими процессами является весьма распространенным, поскольку обеспечивает оперативное измерение и приемлемую точность [3,4]. Основной целью работы является оценка возможности использования системы видеофиксации при исследовании трубчатой вращающейся печи.

Ниже изложена последовательность измерения.

1. Выполняется фотографирование слоя в открытый люк в горячей головке трубчатой печи (рис.1).



Рис.1 – Исходная фотография слоя в печи

2. Далее выполняется определение контура слоя. Для примера приведен анализ фотографии на рис.1 (слева). Для этого были определены контуры и усилены контрасты (рис.2, слева), выделены контуры (рис.2, центр) и сопоставлены с размером кирпича в кладке печи (рис.2, справа). Угол ссыпания материала к горизонту составил  $32-25^\circ$ , максимальная высота слоя извести соответствует трехкратной толщине кирпича футеровки.

3. В результате решения системы уравнений площади сектора круга с подставлением данных о высоте слоя, диаметре внутреннего пространства печи, определено:

- степень заполнения составляет ~3,9%;
- объем извести в печи (длина печи 75 м) – 20,5 м<sup>3</sup> (производительность ~11÷13 т/ч).

$$a = 2 \times R \times \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (1)$$

$$a = 2 \times h \times \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha/4)} \quad (2)$$

где  $a$  – длина хорды, выраженная в масштабе радиуса;  
 $h$  – максимальная высота дуги (расстояние от поверхности футеровки до хорды);  
 $\alpha$  – центральный угол, ограниченный хордой.

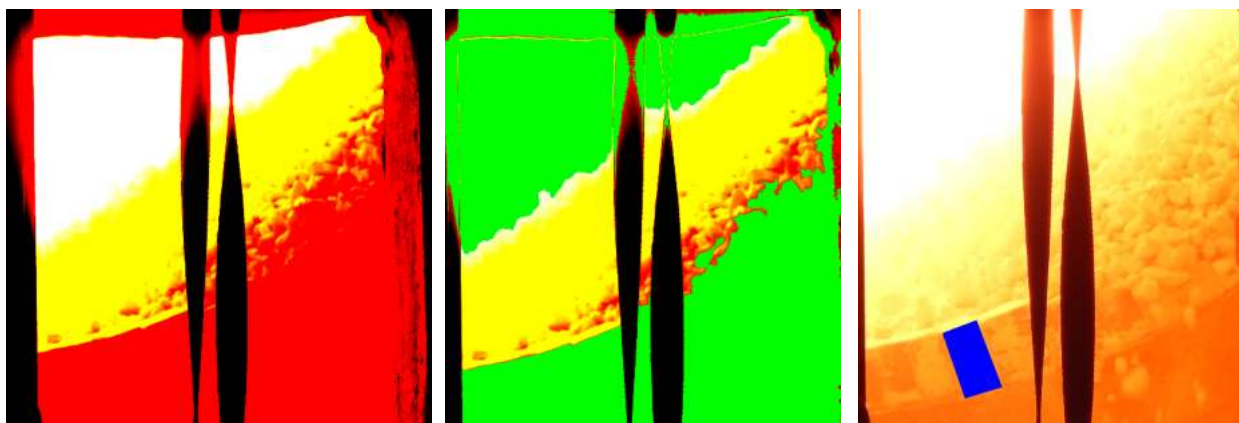


Рис. 2.3 – Этапы обработки изображения (желтое – известь, синее – контур кирпича)

Полученный алгоритм может быть использован для расчета производительности, с учетом насыпной массы материала и времени пребывания ее в печи. Следует учитывать, что существует погрешность, связанная с негоризонтальностью выполнения фотографии и погрешностью формирования контуров. Эта погрешность может быть минимизирована при юстировке системы измерения, наборе статистики и т.д.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние удельной поверхности концентрата на процесс обжига железорудных окатышей в пересыпающемся слое / И.С.Берсенева, В.А.Горбачев, Ю.С.Жуков, Е.Г.Подковыркин, Т.В.Сапожникова // Сталь, 2014, №8, с.22-24
2. Коротич В. И., Фролов Ю. А., Бездежских Г. Н. Агломерация рудных материалов. — Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2003. — 400 с.



3. Система прогнозирования качества продукции металлургического производства / Е.В.Ершов, Л.Н.Виноградова, Д.В.Богачев, О.С.Петрухина // ИЗВ. ВУЗОВ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. 2015. Т. 58, № 2? С.123-127

4. Автоматизированная система управления процессами получения сырых окатышей «Индикатор крупности» / А.В.Стародумов, С.Н.Евстюгин, В.Н.Круглов, В.Г.Лисиенко // Сталь. 2008. № 12. С. 37-39

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГИСТРАЦИИ ПОСЕТИТЕЛЕЙ РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА

**Боева Л. М., Будаков А.С.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
boeva@inbox.ru

***Аннотация.** Предлагается проект информационной системы для регистрации посетителей развлекательного парка при ТРЦ. Внедрение разработанного приложения позволит повысить конкурентоспособность компании и обеспечит рост числа ее клиентов.*

**Ключевые слова:** Торгово-развлекательный центр; электронный терминал регистрации; алгоритм аутентификации посетителя.

## AUTOMATION OF VISITOR REGISTRATION ENTERTAINMENT CENTER

**Boeva L.M., Budakov A.S.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
boeva@inbox.ru

***Annotation.** The draft information system for registering visitors to the amusement park at the mall is proposed. Implementation of the developed application will increase the competitiveness of the company and ensure the growth in the number of its customers.*

**Keywords:** shopping and entertainment center; electronic registration terminal; visitor authentication algorithm.

В последнее десятилетие в России наблюдается тенденция создания развлекательных зон в крупных торговых комплексах. Людей привлекает возможность одновременно сделать необходимые покупки и получить положительные впечатления, эмоции и даже новые знания.

Предположительно, ТРЦ еще долго будут оставаться центрами семейного досуга, т.к. строительство специальных спортивных и культурно-развлекательных объектов по

сравнению с ними более затратно. С появлением новых видов и форматов развлечений наблюдается тенденция увеличения потока посетителей и времени проведения в ТРЦ.

Сеть активити-комплексов "Боше-парк" – это семейный развлекательный центр в структуре ТРЦ, предлагающий различные развлечения для детей и взрослых (батутную арену, скалодромы, тюбинговую трассу, многоуровневый лабиринт и другие). «Боше-парк» оказывает услуги по проведению тематических праздников, организует мастер-классы и увлекательные квесты.

Впечатление посетителя от посещения РЦ складывается из многих факторов. Одним из ключевых является правильно организованный процесс регистрации клиентов. При образовании очередей у стоек регистрации посетители устают, нервничают, раздражаются, что негативно сказывается на имидже компании.

Автоматизация процесса регистрации позволит посетителям быстро регистрироваться и проходить в зону развлечений и отдыха, что, несомненно, повысит их лояльность, сделает предлагаемые клиентам услуги доступнее.

Современным подходом в информатизации предприятий, работающих в сфере потокового обслуживания посетителей, является отказ от привычных кассиров на входе и замена их электронными терминалами. Рынок программных продуктов предлагает различные системы для контроля и управления доступом посетителей для организаций любого масштаба и вида деятельности, в том числе – для ТРЦ. Эти системы имеют функции регистрации, хранения, учета пропусков и данных о персонах, получения фотоснимков с помощью периферийного оборудования, создания шаблонов, печати и учета пропусковых документов. Для рассматриваемого объекта набор этих функций избыточен.

В то же время, есть одно обстоятельство, которое в готовых ПП не реализовано. Дело в том, что комплексы проведения досуга при ТРЦ, по сути, - центры семейного отдыха, оказывающие услуги и взрослым, и детям. Из соображений безопасности право выбора вида развлечения для посетителей младшего возраста возлагается на взрослого посетителя, который помимо прохождения регистрации на входе в парк должен ознакомиться с правилами посещения и поведения и заполнить соответствующий документ, куда самостоятельно вписывает свои персональные данные и данные о сопровождаемых им детях.

В настоящее время администраторы и менеджер центра "Боше-парк" по мере накопления заполненных бумажных согласий с определённой периодичностью переносят данные из этих анкет в электронные таблицы Excel для последующей их обработки и предоставления бонусов посетителям (продажа пакетов на день рождения, персональные скидки, подарки).

Автоматизация процесса регистрации посетителей и заполнения ими согласия с правилами поведения в развлекательном центре «Боше парк» предполагает создание структурированной базы данных о клиентах, предоставление возможности быстрой авторизации в системе клубной картой без необходимости повторного заполнения анкет.

Руководством компании было принято решение о разработке терминала электронной регистрации посетителей специалистами самой компании, которые уже вовлечены в существующий бизнес - процесс РЦ и полностью понимают его логику. При самостоятельной разработке есть возможность прямого тестирования каждого этапа разработки на имеющемся оборудовании; возможность последующего тиражирования ИС и расширения функционала. К тому же, минимизируются расходы по проектированию ИС, так как создается тот функционал, который необходим компании. Помимо прочего, необходима интеграция разрабатываемой системы регистрации с системой автоматизации Game-keeper от компании UCS, установленной в «Боше-парк».

Для проектирования ИС были применены современные инструменты веб-разработки (веб-сервер IIS, СУБД MySQL, интерпретатор скриптов PHP, phpMyAdmin и другие дополнения). Для доступа к ИС на терминале и станции кассира предлагается использовать современный браузер Chrome, в качестве ОС - Windows 10, которая является корпоративным стандартом компании.

Особое внимание было уделено разработке интерфейса. Информационная система регистрации должна иметь доступное, интуитивно понятное меню без многоуровневых конфигураций и сложностей в пунктах выбора с минимальным количеством клавиш и простым программным обеспечением.

Для удобства работы кассира и посетителей предлагается использовать Ноутбук/Планшет. Терминал представляет собой напольный либо настенный форм-фактор корпуса, внутри которого установлено аппаратное обеспечение ПК. Терминал имеет устройство считывания магнитных карт, веб-камеру и сенсорный экран.

Алгоритм работы посетителя с терминалом представлен на рисунке 1.

Процесс регистрации нового пользователя в системе занимает не более 5 минут. Посетитель авторизуется в системе магнитной картой с помощью картридера. В случае ее отсутствия (при первом посещении парка) клиент входит в форму создания нового посетителя и заносит информацию о себе и свои контактные данные, фотографируется и заполняет информацию о сопровождаемых им детях (рис.2).

Электронное согласие с правилами посещения парка реализовано в виде текстового документа и окна, в котором клиент может подписать пункт ознакомления пальцем на экране терминала (рисунок 3).

Процесс повторного заполнения согласия занимает меньше времени (посетитель выбирает себя из списка владельцев карты, затем редактирует или подтверждает список сопровождаемых детей и соглашается с правилами посещения «Боше - парк»).

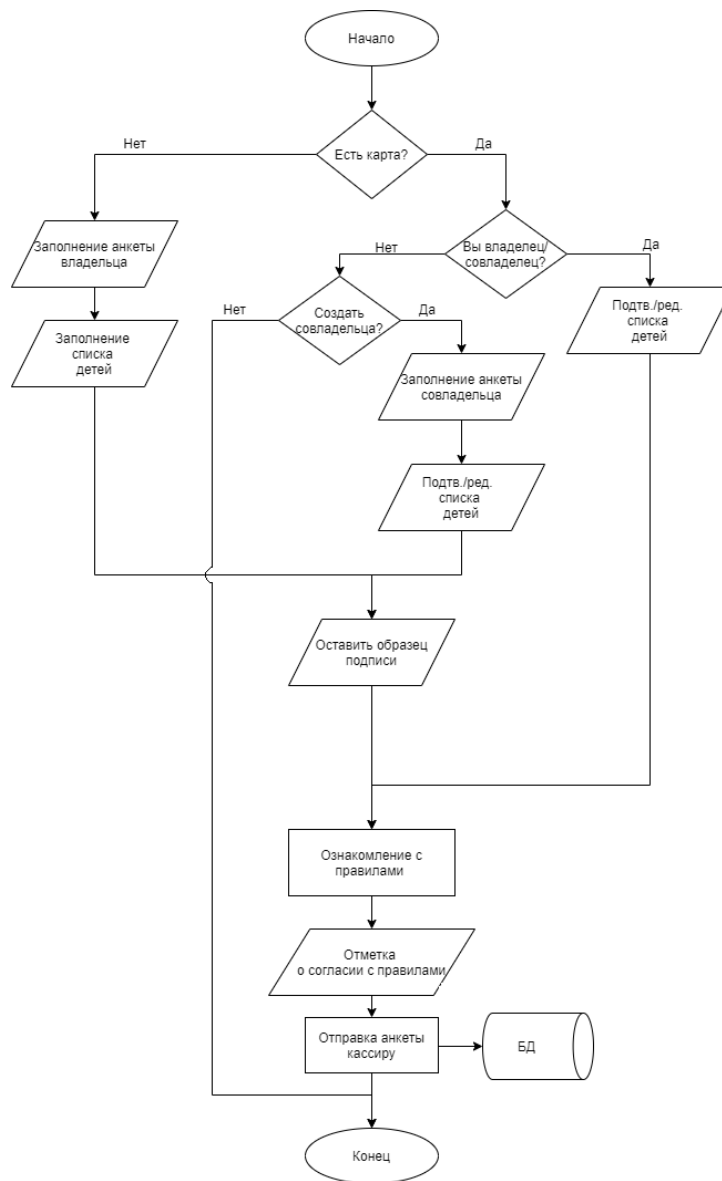


Рис. 1 – Алгоритм аутентификации пользователя

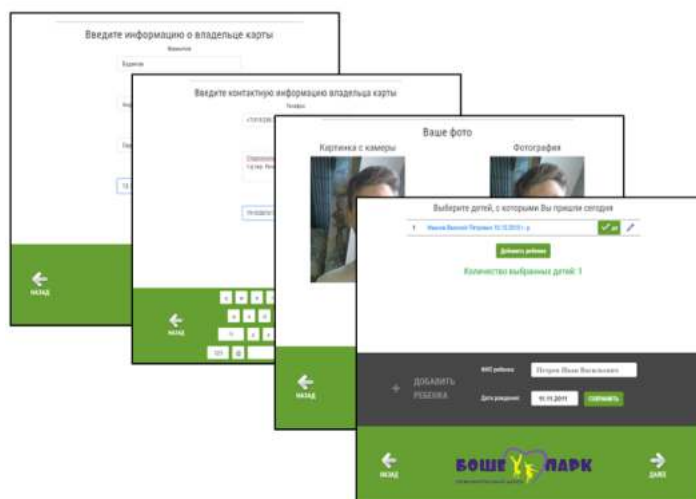


Рис. 2 – Экранные формы посетителя

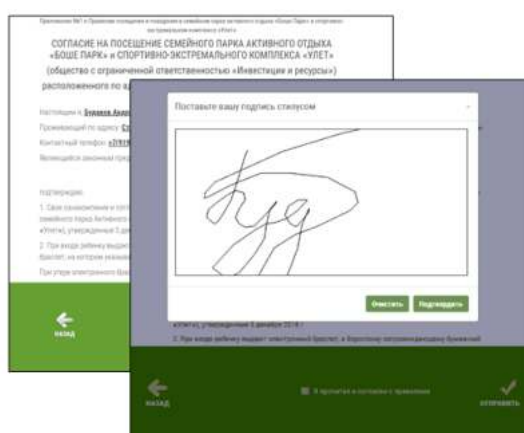


Рис. 3 – Заполнение электронного согласия

Экранная форма кассира имеет несколько вкладок со своим функционалом. На главном экране отображаются входящие заполненные согласия от клиентов на подтверждение. При нажатии на «Входящую заявку» открывается ее полная форма. Кассир визуально проверяет все заполненные посетителем данные и фото и подтверждает либо редактирует/отклоняет заявку. Кассир может присвоить номер карты входящей заявке нового посетителя, добавить при необходимости браслет (рис.4).

Браслеты выдаются на время посещения парка для открытия шкафов для хранения личных вещей и сдаются после окончания посещения. Для отслеживания и поиска браслетов разработана отдельная форма. На вкладке «Клиенты» отображается список всех клиентов, у которых есть карты. С ее помощью можно легко найти анкету человека, потерявшего карту. Экран «Согласия» отображает заявки, принятые за определенный период, что позволяет по любым данным найти сопровождающего ребенка взрослого посетителя и связаться с ним. Форма также позволяет открыть «Согласия» для просмотра и печати.

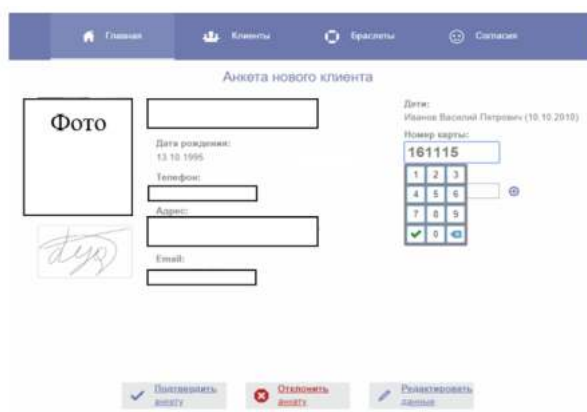


Рис. 4 – Главная экранная форма кассира

Внедрение разработанной системы сократит время пребывания посетителя в кассовой зоне развлекательного центра, позволит цифровизировать данные о клиентах непосредственно при их регистрации, что предположительно активизирует поток потребителей услуг и, соответственно, увеличит прибыль компании.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. GK – автоматизация РЦ [Электронный ресурс] - <http://www.game-keeper.com/programmnoe-obespechenie-razvlekatelnye-tsentry>(дата обращения 15.04.2020).
2. Коваль А.Г., Григорьева А.С. Инновации в розничной торговле: технологии самообслуживания как путь повышения конкурентоспособности компаний // ИННОВАЦИИ — 2012. — №7. — С. 78-85.
3. Волк, В.К. Базы данных. Проектирование, программирование, управление и администрирование : учебник / В.К. Волк. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 244 с. — ISBN 978-5-8114-4189-1.
4. Ярочкин, В. И. Информационная безопасность: учебник / В. И. Ярочкин. — 5-е изд. — Москва : Академический Проект, 2020. — 544 с. — ISBN 978-5-8291-3031-2.

## АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПЕРСОНАЛА КАФЕ

**Боева Л.М., Вышкварка Г.Ю.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
boeva@inbox.ru

**Аннотация.** Обсуждается возможность автоматизации деятельности кафе путем внедрения автоматизированного рабочего места (АРМ) администратора и официантов. Предложенное решение позволит достичь целостности информации о поставках, продажах, клиентах, улучшить логистику компании, повысит оперативность принятия управленческих решений.

**Ключевые слова:** Автоматизированное рабочее место (АРМ); товарный учет; интерфейс.

## AUTOMATION OF WORKPLACES FOR CAFE STAFF

**Boeva L.M., Vishcvarka G.Y.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
boeva@inbox.ru

**Annotation.** The possibility of automating the activities of the cafe by introducing an automated workplace for the administrator and waiters is being discussed. The proposed solution will allow achieving the integrity of information on supplies, sales, customers, improve the company's logistics, and increase the efficiency of making management decisions.

**Keywords:** Automated workplace; commodity accounting; interface.

Рынок программных продуктов предлагает современные программные решения в области автоматизации работы ресторанов и кафе с разной функциональностью и стоимостью. Многие из них включают функции управления персоналом заведения и складами, однако не у всех продуктов реализовано управление клиентами и бронирование мест.



Кафе и пиццерии «LOFT» (г. Старый Оскол) специализируются на предоставлении чайных и кофейных услуг для посетителей заведений, а также оказывают услуги доставки и самовывоза напитков и десертов. Процесс работы кафе представлен контекстной диаграммой (рис. 1).

Анализ этого процесса выявил высокую загруженность администратора заведения при проведении товарного учета (ведения базы остатков и составления отчетов); рассредоточение информации о товарах и клиентах; несовершенство процессов сбора, обработки и хранения этой информации. Необходимость повышения целостности информации о товарах, клиентах и продажах (в настоящее время она хранится в электронных таблицах Excel), минимизации расходов, связанных с логистикой поставок, повышения оперативности и достоверности ведения отчетности привело руководство заведения к решению самостоятельно разработать ИС в виде АРМ работников кафе.

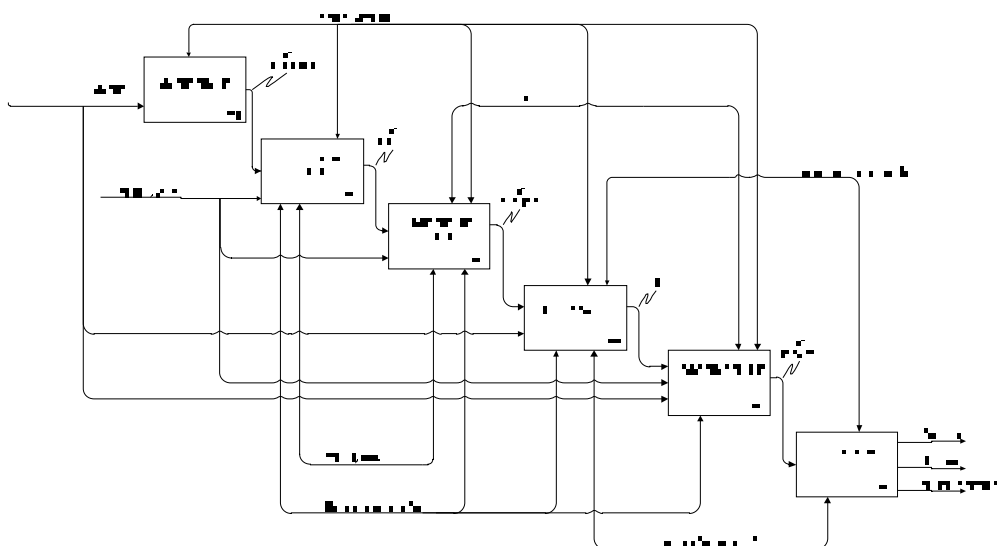


Рис. 1 – Диаграмма декомпозиции работы кафе

Информационная система реализована на рабочих местах официантов и администратора. При этом управляющему персоналу доступны функции внесения информации о поставках, товарах, поставщиках, клиентах. Официантам кафе доступны функции, связанные с составлением и оформлением заказов.

После прохождения авторизации пользователь попадает на главную форму, где может перейти к нужной ему категории меню (рис.2).

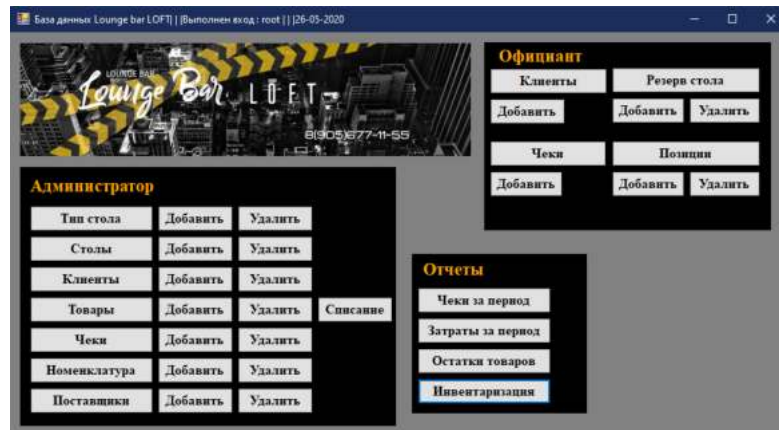


Рис.2 – Окно главной формы

Возможные действия управляющего персонала и официантов в ИС представлены на рис. 3.

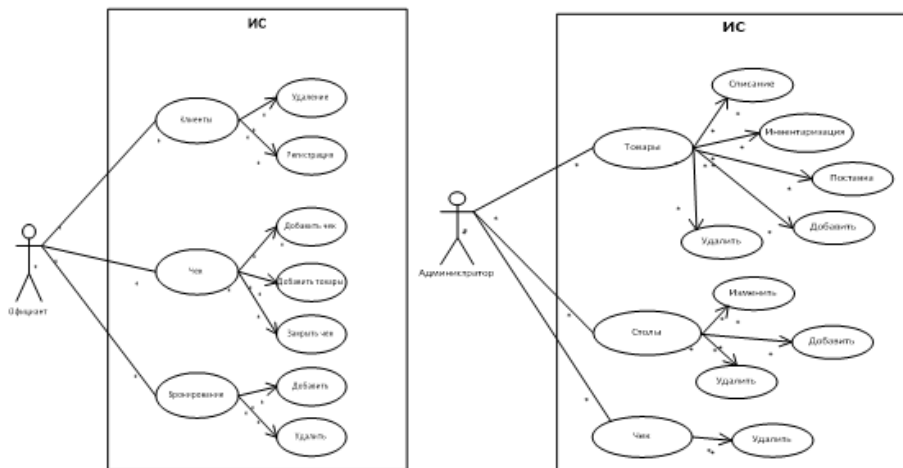


Рис. 3 – Варианты действий официанта и администратора кафе

Официанты могут просматривать информацию о клиентах и регистрировать новых, добавлять и удалять резервы столов, добавлять и удалять позиции в чеках.

При бронировании столов официант может видеть на экране ранее занятые столы. Алгоритм бронирования не дает возможности повторно бронировать такие столы (рис.4).

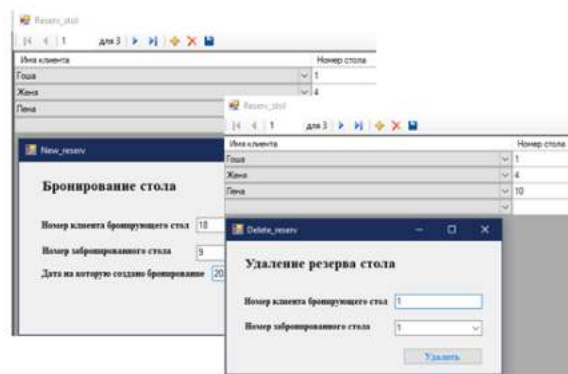


Рис. 4 – Формы бронирования столов

Одним из наиболее важных процессов, сопровождающих деятельность кафе, является товарный учет, регулярное проведение которого позволяет грамотно выстраивать логистику внутри компании. Администратор обладает возможностями добавлять новые товары и поставщиков в базу, осуществлять списание товаров (рис.5). Каждому новому товару присваивается индивидуальный номер и назначается цена продажи.

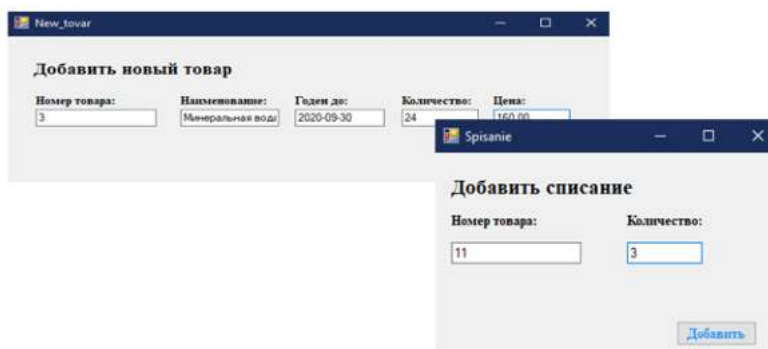


Рис. 5 – Форма добавления и списания товаров

Администратору доступна функция добавления чеков и просмотра чеков за указанный период (рис.6). Эта информация позволяет принимать управляющие решения по привлечению клиентов и, соответственно, увеличению продаж.

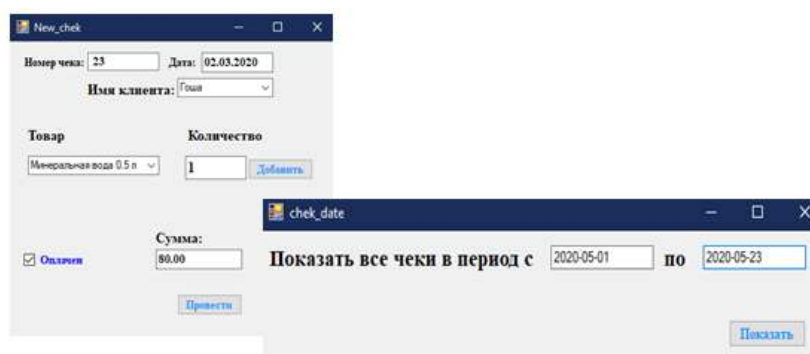


Рис.6 – Форма добавления и отчет по чекам

Разработанный алгоритм проведения инвентаризации дает администратору возможность сравнивать фактические остатки товаров и их остатки в базе (рис.7).

The image shows a window titled 'Invent' displaying an inventory report. At the top, it says 'Инвентаризационная ведомость' and 'Дата' (20.04.2020). Below is a table with columns: 'Номер товара', 'Наименование', 'Имеющееся количество', 'Цена', 'Факт. Ост.', 'Разница', and 'Итог'. The table contains 5 rows of data. At the bottom right, there is a summary row 'Общий итог' with a value of -260.00 and two buttons: 'Провести инвентаризацию' and 'Сохранить'.

Номер товара	Наименование	Имеющееся количество	Цена	Факт. Ост.	Разница	Итог
1	Сок вишнёвый 1л	24	140,00	23	-1	-140,00
2	Соса-сола 0.5л.	24	100,00	24	0	0
3	Минеральная в...	24	80,00	24	0	0
4	Чизкейк Класс...	16	120,00	15	-1	-120,00
5	Сок яблочный 1л	24	140,00	24	0	0
<b>Общий итог</b>					-260,00	

### Рис. 7 – Форма проведения инвентаризации

Система позволяет пользователю – администратору работать с разделом «Отчеты», в котором можно получить любую информацию по деятельности предприятия в любом разрезе (например, о продажах за указанный период по наименованию товара и в денежном эквиваленте, о сумме закупок у выбранного поставщика и т.д.).

В качестве основного инструментария разработки АРМ была выбрана среда Microsoft.NET Framework, язык программирования С# и Windows Presentation Foundation. Для работы с базой данных использована СУБД Microsoft SQLServer.

Простой и понятный интерфейс разработанной АРМ обеспечивает удобство работы администратора и официантов с ИС. При внедрении системы в эксплуатацию компания получит современный инструмент для успешного ведения и развития бизнеса.

### СПИСОКЛИТЕРАТУРЫ

1. Каминский, В.Н. Базы данных : учебное пособие / В.Н. Каминский. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 106 с.
2. Аутентификация. Теория и практика обеспечения безопасного доступа к информационным ресурсам : учебное пособие / А.А. Афанасьев, Л.Т. Веденьев, А.А. Воронцов, Э.Р. Газизова ; под редакцией А.А. Шелупанова [и др.]. — 2-е изд., стер. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 550 с.
3. Остроух, А.В. Проектирование информационных систем : монография / А.В. Остроух, Н.Е. Суркова. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 164 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИВОДА В ВИБРАЦИОННОМ ОДНОМАССОВОМ ГРОХОТЕ

**Лазарева О.Р., Гамбург К.С., Лазарева Т.И.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
Olga\_LR08@mail.ru , ksgam@mail.ru , tatyfaz@mail.ru

**Аннотация.** *Вибрационный грохот является агрегатом совмещенного действия – технологическим и транспортным: материал разделяется по крупности в процессе вибрационного перемещения по просеивающей поверхности от зоны загрузки к зоне разгрузки. Таким образом, параметры колебаний грохота должны одновременно обеспечить оптимальное протекание трех процессов: транспортирования материала по просеивающей поверхности; сегрегационно – диффузионного расслоения материала, в результате чего мелкие классы концентрируются в нижних слоях материала ближайших к просеивающей поверхности; энергичного прохождения мелких классов материала через отверстия просеивающей поверхности.*

**Ключевые слова:** амплитудно – частотная характеристика; дебалансный возбудитель; одномассовый вибрационный грохот; уровень колебания при резонансе; плавное регулирование; асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором; преобразователь частоты.

## APPLICATION OF AN ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE DRIVE IN A VIBRATING SINGLE-MASS SCREEN

**Lazareva O.R., Gamburg K.S., Lazareva T.I.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
Olga\_LR08@mail.ru , ksgam@mail.ru , tatyfaz@mail.ru

**Annotation.** *The vibrating screen is a unit of combined action – technological and transport: the material is divided by size in the process of vibrating movement on the sifting surface from the loading zone to the unloading zone. Thus, the parameters of the screen vibrations should*

*simultaneously ensure the optimal flow of three processes: material transportation on the screening surface; segregation-diffusion stratification of the material, as a result of which small classes are concentrated in the lower layers of the material closest to the screening surface; the energetic passage of small classes of material through the holes of the sifting surface.*

**Keywords:** amplitude-frequency response; unbalanced exciter; single-mass vibrating screen; level of vibration at resonance; smooth control; asynchronous motor with a short-circuited rotor; frequency converter.

Смесь, подлежащая грохочению, перемещаясь по вибрирующей просеивающей поверхности, делится на надрешетный класс и подрешетный класс.

Рассматриваемый грохот с вибратором имеет короб с ситами, установленными на пружинящих опорах. На коробе смонтирован вибратор, создающий колебания короба [1].

Рассматриваемый одномассовый грохот с динамическим приводом при работе на зарезонансном участке амплитудно – частотной характеристики (рис. 1) обладает достаточно высокой стабильностью рабочего режима и практически не зависит от некоторого «дрейфа» частоты возбуждения.

Поскольку ось вращения дебалансного возбуждителя в процессе вращения перемещается в пространстве вместе с рабочим органом, вибровозбудитель наряду с основной гармоникой генерирует несколько высших, тем меньших, чем меньше амплитуда и больше момент инерции, вращающихся частей.

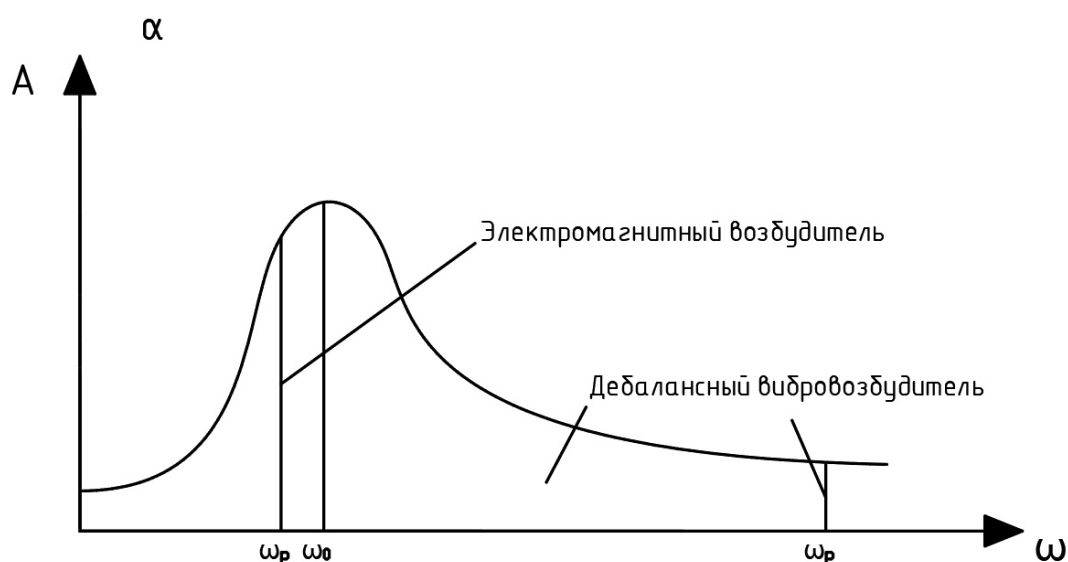


Рис.1 – Амплитудно-частотные характеристики одномассового рабочего органа вибрационного грохота

Амплитуда колебаний грохота, снабженного дебалансным вибровозбудителем, регулируется изменением статического момента дебалансов путем увеличения эксцентриситета массы при неработающем грохоте.

Наиболее ответственный узел дебалансного вибровозбудителя – подподшипники его вала, работающий в весьма тяжелых условиях: он воспринимает и передает рабочему органу грохота значительную центробежную силу при большой частоте вращения и наличии вибрации (колебаний в пространстве) самого подшипникового узла.

Из-за значительных сил и частот вращения в подшипниках, несмотря на весьма малые коэффициенты трения качения, выделяется заметное количество энергии в виде тепла, что вызывает необходимость принятия мер для эффективного отвода тепла и поддержания стабильного теплообмена.

В вибрационных грохотах с дебалансным вибровозбудителем в процессе пуска и остановки возникают интенсивные колебания при примерном совпадении частоты вращения вала дебаланса с частотами свободных колебаний системы на виброизолирующих упругих опорах, т.е. при прохождении через резонанс. Амплитуды колебаний при этом могут в несколько раз превосходить амплитуды рабочего режима. Соответственно возрастают силы, передаваемые через виброизолирующие опоры на строительные конструкции. Возникает опасность прямых соударений машин с опорными, ограждающими, питающими (подводящими материал) и отводящими (принимающими материал) конструкциями.

Для снижения уровня колебаний во время прохождения через резонанс при проектировании вибрационных грохотов с дебалансными вибровозбудителями применяют ряд способов, в том числе, использование электродвигателей с повышенным пусковым моментом, иногда в сочетании с электрическим торможением.

Известно, что скорость вибрационного транспортирования, которая применительно к вибрационному грохоту определяет его производительность по исходному материалу, зависит от параметров колебаний, а также от сочетания ряда физико-механических характеристик транспортируемой среды и материала, из которого изготовлена транспортирующая поверхность, в нашем случае она же и просеивающая. Установлено, что рациональным в этом случае следует считать так называемые режимы с «подбрасыванием», т.е. с отрывом слоя материала от плоскости. Теоретически эти режимы реализуются, если выполняется условие

$$\omega_0 = \frac{A\omega^2 \cdot \sin \beta}{g \cdot \cos \alpha} > 1, \quad (1)$$

где  $\omega_0$  – безразмерный коэффициент перегрузки,  $A$  и  $\omega$  – соответственно, амплитуда и частота колебаний транспортирующей поверхности,  $g$  – ускорение свободного падения,  $\beta$  – угол вибраций,  $\alpha$  – угол наклона просеивающей поверхности к горизонту [3].

По существу, параметр  $\omega_0$  является нормальной составляющей ускорения свободного падения, и характеризуя интенсивность вибрационного воздействия на материал.

По вибротехническим причинам номинальное число оборотов двигателя должно достигаться приблизительно через 3-4 с. Мощность, необходимая для работы за зоной резонанса, составляет примерно 50% номинальной мощности.

Плавное регулирование скорости транспортирования возможно путем применения приводов с изменяющейся скоростью вращения.

Статический момент и, тем самым, центробежную силу, вызываемую вибровозбудителем, можно изменять путем установки или снятия дополнительных грузов (дебалансов).

Вибрационный грохот представляет собой колебательную систему, в которой за один период колебаний происходит один полный цикл превращения кинетической энергии системы в потенциальную и обратно. В результате при установившемся режиме теоретически не требуется расхода энергии на преодоление сил инерции движущихся масс и сил упругости виброизолирующих элементов.

Поэтому выбор двигателя производится для режима S1.

Выбираем двигатель W21R 225 S8 фирмы VEM [4] с номинальной мощностью  $P_{2H}$ , равной 18,5 кВт и номинальным моментом  $M_H$ , равным 242 Н\*м. К нему подобран преобразователь частоты SINAMICSG120C[5], который предлагает взвешенную комбинацию возможностей для универсального использования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция 4 – НММ – 12419 по эксплуатации и техническому обслуживанию вибрационного грохота фирмы CARLSCHENCKAG.
2. Вайсберг Л.А. Проектирование и расчет вибрационных грохотов. – М.: Недра, 1986. 144с.
3. Справочник по обогащению руд. Подготовительные процессы./ Под ред. О.С. Богданова, В.А. Олевского.М., Недра, 1982.(30)
4. Электродвигатели фирмы VEM [Электронный ресурс] – URL: <http://vecgroup.com/equipment/elektrodvigateli/asinxronnyie-elektrodvigateli/vem/elektrodvigateli-vem-motors-povishennoy-effektivnosti-we1r-we2r-w21r-w22r> (дата обращения 10.12.2020г).



5. Преобразователь частоты SINAMICSG120C [Электронный ресурс]  
URL[https://www.siemens-pro.ru/components/sinamics\\_g120c.html](https://www.siemens-pro.ru/components/sinamics_g120c.html) (дата обращения  
10.12.2020г).

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ DATAMINING МОДЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА**

**Жуков П.И., Глущенко А.И.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*Zhukov.petr86@yandex.ru , strondutt@mail.ru*

***Аннотация.** Тенденции развития систем управления и технологических объектов современного металлургического комплекса, ориентированные на получение максимально оптимального продукта за минимальный срок, привели к тому, что в настоящий момент в черной металлургии, в среднем, эффективно расходуется только 55% энергоресурсов. Одним из векторов решения данной проблемы является модернизация действующих АСУ ТП с ориентацией на энерго-эффективное управление путем дополнения алгоритмов управления различными диагностическими надстройками и прогнозными системами. Одним из способов построения таких надсистем является анализ технологических данных, получаемых из самих АСУ ТП. В данной работе представлен концептуальный подход к модернизации потоков данных технологического объекта с целью создать благоприятные условия для их автоматизированной обработки и использования в datamining моделях.*

**Ключевые слова:** Большие данные; Технологические объекты; Металлургия; Потоки технологических данных.

## **ON PERSPECTIVES OF DATA MINING MODELS APPLICATION TO IMPROVE TECHNOLOGICAL UNIT ENERGY EFFICIENCY**

**Zhukov P.I., Glushchenko A.I.**

*Sary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Sary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*Zhukov.petr86@yandex.ru , strondutt@mail.ru*

***Annotation.** The evolution trend of technological complexes in metallurgical production is aimed at getting maximum profit in the shortest time period. It has led to the fact that now only 55% of all energy resources in metallurgy is used efficiently. One of the prospective approaches to deal*

*with that is modernization of automation systems algorithms, which is focused on the energy efficiency. This modernization is based on high level systems and include methods of diagnostic and predictive control developed using data mining. One of the ways to develop such systems is the analysis of technological data obtained from the control system itself. This paper presents a conceptual approach to the modernization of the data flows of technological unit in order to provide suitable conditions for their automated processing and application in data mining models.*

**Keywords:** big Data; technological units; metallurgy; data flows of technological data.

### **Анализ проблемы**

На сегодняшний день металлургия занимает первую позицию среди всех отраслей промышленности по потреблению энергоресурсов, что составляет до 17% от общего энергопотребления государства. При этом, по данным на 2005-й год, только 50% всей задействованной энергии в черной металлургии используется эффективно [1]. Состояние современной металлургии показало, что за 12 лет этот показатель вырос лишь на 5%, и на сегодняшний день составляет 55%, что свидетельствует о том, что до 45% всей потребляемой энергии превращается в издержки, которые влекут за собой повышение себестоимости готового продукта и, как следствие, снижение конкурентоспособности [2].

Экономические исследования последних лет свидетельствуют о необходимости корректировки направления развития технологических комплексов в сторону повышения энергоэффективности [3-4]. Наиболее энергоёмким процессом в металлургии является тепловая обработка металла – нагрева заготовок в печах. Одновременно с этим, этот же процесс является и одним из наиболее важных, так как от качества нагрева в большей мере зависит качество обработки, и, как следствие, качество готового продукта предприятия. На сегодняшний день, для нагрева чаще используют пламенные методические печи, а управление технологическим процессом нагрева базируется на основе температурно-временных карт нагрева. Данные карты рассчитываются с учётом конкретных конструктивных особенностей печей и их технологических параметров при помощи эмпирических методик или инженерных справочников [5].

Данный факт не позволяет говорить об энергоэффективном управлении еще и потому, что на практике невозможно иметь набор карт нагрева для всех комбинаций технологических параметров из-за нестационарности процесса нагрева в методических печах [6]. Одновременно с этим, тенденция повышения энергоэффективности технологических процессов связана с внедрением в АСУ ТП информационных надсистем, включающих в свой состав математические модели диагностики и прогноза [7].

Одновременно с этим, современная цифровизация предприятий достигла такого масштаба, что позволяет собирать большие объемы данных со всех уровней производства. Данный факт свидетельствует о возможности внедрять в действующие или разрабатываемые системы автоматизации не только математические модели, но и модели, основанные на данных. В отличие от математических прогнозных и диагностических надстроек, модели, основанные на данных, более легки в построении (с программной точки зрения) и требуют меньше ресурсов для работы, что делает их более универсальными. Кроме того, такие модели могут быть не только достаточно точными, но и легко воспроизводимыми, так как по большей части они представляю собой «каркас» для данных, получаемых из АСУ ТП объекта [8].

Однако, даже самые новые технологические комплексы, на сегодняшний день, не позволяют внедрить в свою структуру такие модели без корректировок информационного поля, в котором они функционируют. Данное утверждение связано с рядом причин, главным из которых является не ориентированность данных из АСУ ТП на вторичное использование и автоматизированный анализ. Все вышеизложенное справедливо и для АО «Оскольский электрометаллургический комбинат им. А.А. Угарова» (АО ОЭМК), в составе которого имеется цех СПЦ-1, на примере которого предлагается рассмотреть процесс модификации существующей информационной инфраструктуры.

### Предлагаемое решение

В работе был рассмотрен участок печей нагрева СПЦ-1 АО ОЭМК, от самих печей до ДУО-клетки (Стан 1000), в контексте разработанной ранее температурной модели заготовки на стане от истории её нагрева [8-9]. Основная проблема моделей, основанных на технологических данных – это комплексная структурная неоднородность самих данных: множество значений-выбросов; отсутствие нормально распределенных параметров; наличие линейных взаимосвязей между наборами данных и их зашумленность [9]. Всё это является неотъемлемой частью информационной среды, в которой предстоит работать модели, и для дальнейшего применения такой модели необходимо внести в среду модификации в виде стандартизирующих элементов.

В математическом понимании информационное поле технологического процесса может быть представлено в виде семейства множеств всех полей технологических объектов, задействованных в нём (1)

$$\{I_{\alpha}\} = \bigcup_{j=1}^n I_j \stackrel{def}{=} \{j : \exists \alpha, I_j \in I_{\alpha}\}, \quad (1)$$

где  $I_a$  – информационная среда ТП,  $I_j$  – информационная среда ТО,  $n$  – количества объектов,  $a$  – индекс семейства множеств. Если принять за  $X$  множество всех данных, то информационная среда вида «объединения» (1) приведет к тому, что среди данных будут находиться дубликаты (2), что подтверждается практическим анализом данных в работе [9].

$$X = \bigcup_{j=1}^n X_j \Rightarrow \{\exists x \in X_1 \wedge \exists x \in X_2 \wedge \dots \wedge \exists x \in X_n\} \quad (2)$$

Дубликаты порождают в системных хранилищах то, что в теории управления данными называем «аномалии». Кроме того, они ведут к нерациональному расходу внешней памяти ЭВМ. Аномалии в данных, в совокупности с программными и аппаратными задержками вызывают каскадные воздействия одних данных на другие, что негативно сказывается на попытках их в дальнейшем обработать в автоматическом режиме при помощи алгоритмов. Основная идея, предлагаемая в данной работе, это инкапсулировать информационную среду, сохранив её степень изолированности, и при этом обеспечить вложенность данных (3).

$$\{I_\alpha\} = \bigcap_{j=1}^n I_j \stackrel{def}{=} \{j : \forall \alpha \mid X_j \subset I_j \mid I_j \in I_\alpha\} = W_\alpha, \quad (3)$$

где  $x_a$  –  $a$ -й набор  $j$ -го информационного поля,  $W_a$  – это некоторое агрегирующее множество, для которого выполняются условия, формально исключающее дубликаты (4).

$$X_j \subset I_j \wedge X \not\subset I_k \Rightarrow \exists x \in X_j \wedge \exists x \notin X_k \mid k \neq j \wedge k \in \square \text{ б} \quad (4)$$

где  $x$  – элемент только  $j$ -го множества  $X$  в заданный момент времени,  $k$  – целочисленный индекс в диапазоне от 1 до  $n$ . В концептуальном виде данное множество представляет собой некоторую агрегирующую систему, которая бы выполняла роль синхронизатора, коллектора и архиватора данных (рис. 1).

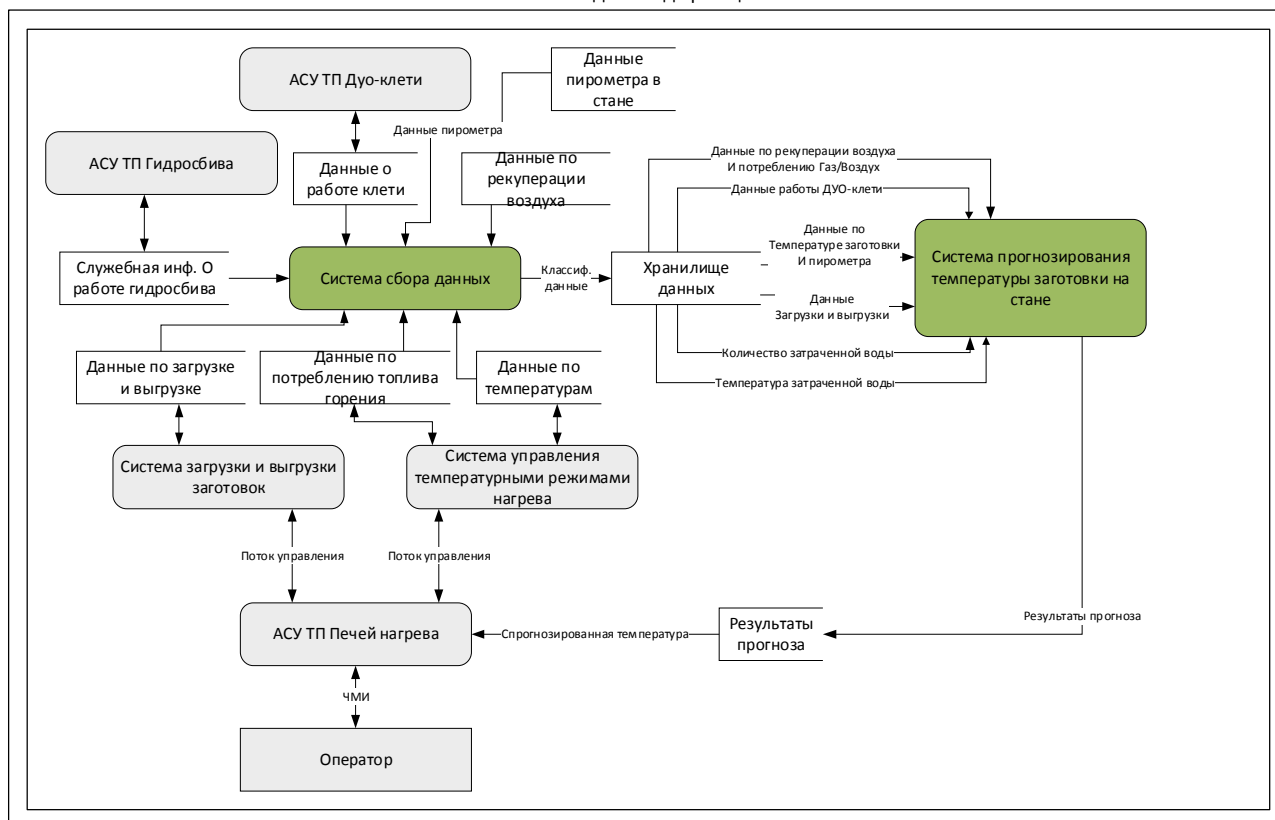


Рис. 1 – Концепт модификации информационного поля участка печей нагрева СПЦ-1 ОЭМК

### Заключение

Современная цифровизация предприятий позволяет рассматривать модели на основе данных в качестве надсистем АСУ ТП. В работе представлена концептуальная модель модификации информационной среды для интеграции в неё моделей на основе данных. Предполагается, что использованием подобного подхода, помимо прочего, позволит также оптимизировать управления данными в рамках информационного поля. Единое хранилище и агрегатор данных позволит избежать аномалий и, как следствие, нерационального расхода памяти хранилищ (ЭВМ), а также обезопасить сам технологический процесс, поддерживая актуальность и целостность данных. Одним из перспективных направлений дальнейших исследований в этой области является выбор и математическое описание модели такого агрегатора.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вышегородский Д.В. Энергопотребление и энергосбережение в российской металлургии / Д.В. Вышегородский. – Уральский рынок металлов, 2005. – №6, июнь.
2. Энергоэффективность горно-металлургического комплекса. Официальный портал «Фонд развития промышленности» [Электронный ресурс]. – URL: <https://frprf.ru>

3. Кокшаров В.А., Киршина И.А. Стратегия энергопотребления природного газа предприятиями черной металлургии / В.А. Кокшаров, И.А. Киршина, – Научные исследования и разработки. Экономика фирмы, 2020. – Т. 9. № 3. – С. 59-64.
4. Летягина Е.Н., Перцева Л.Н., Белова Е. В. К вопросу об энергосбережении на промышленных предприятиях. / Е.Н. Летягина, Л.Н. Перцева, Е.В. Белова. – Экономика и предпринимательство. 2015. – № 8-1 (61). – С. 1111-1114.
5. Бирюков, А. Б. Диагностика нагревательных печей периодического действия на основании построения и анализа моментальных тепловых балансов / А. Б. Бирюков, Е. В. Новикова, Т. Г. Олешкевич // Промышленная теплотехника. - 2009. - Т. 36. - № 2. - С. 29.
6. Бирюков, А. Б. Современные подходы к диагностике процессов тепловой обработки металла в печах / А. Б. Бирюков, С. М. Сафьянц, А. А. Иванова, Е. Н. Андриенко // Черная металлургия. - 2015. - № 1 (1381). - С. 50-55.
7. Кольба И.К. Создание системы комплексной диагностики тепловой обработки металла в печах /И.К. Кольба. – В сборнике: «Техника и технологии машиностроения». материалы V Международной студенческой научно-практической конференции. – ОмГТУ, 2016. – С. 170-174.
8. Zhukov P. I., Glushchenko A. I., Fomin A. V. Development of Relationship Between Steel Billet Temperature and Data on Its Heating History for Continuous Furnace of Rolling-mill Shop // 2020 2nd International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA). – IEEE, 2020. – pp. 483-489.
9. Жуков П.И., Глущенко А.И., Фомин А.В. Построение зависимости температуры непрерывно литой заготовки от ретроспекции её нагрева / П.И. Жуков, А.И. Глущенко, А.В. Фомин. – Системы управления и информационные технологии. 2019. – № 4 (78). – С. 73-78.

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОПЕРАТОРА ШАХТНОЙ ПЕЧИ

**Заблоцкая Т.Ю., Невзоров А.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** Разработка автоматических систем управления обычно проводится по линеаризованным дифференциальным уравнениям, которые адекватно описывают реальный нелинейный объект управления только в малой окрестности точки линеаризации. Не учет влияния нелинейностей при практическом применении полученных систем управления часто приводит к невозможности эффективного управления в режимах работы и состояниях реального объекта, в которых наиболее существенное влияние на динамику оказывают нелинейности. В этой связи в данной работе проводится оценка влияния нелинейностей на качество управления балансирующим роботом, выделены классы вхождения нелинейностей в математическое описание робота и выбраны подходы к формированию закона управления, способного учитывать и компенсировать влияние нелинейностей.*

**Ключевые слова:** Балансирующий робот; нелинейные объекты; моделирование; управление.

## ASSESSMENT OF THE LEVEL OF PSYCHOPHYSICAL STRESS OF THE MINE FURNACE OPERATOR

**Zablockaja T.Ju., Nevzorov A.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The development of automatic control systems is usually carried out using linearized differential equations that adequately describe a real nonlinear control object only in a small neighborhood of the linearization point. Not taking into account the influence of nonlinearities in the practical application of the obtained control systems often leads to the impossibility of effective control in operating modes and States of a real object, in which the most significant influence on the dynamics is provided by non-linearities. In this context, this paper*



*assesses the influence of nonlinearities on control quality balancing robot, selected classes of occurrence of nonlinearities in the mathematical description of the robot and the selected approaches to the formation control law is able to compensate for the effect of nonlinearities.*

**Keywords:** Balancing robot; nonlinear objects; modeling; control.

Шахтная печь металлизации представляет собой сложный технологический объект, состоящий из девяти синергетически взаимосвязанных в своей работе агрегатов. Эти агрегаты, каждый из которых автономно управляется оператором, оказывают прямое и опосредованное влияние на работу других агрегатов. Такая существующая организация технологического процесса, уровень ее эффективности напрямую зависят от знаний, умений и навыков оператора. Основными задачами оператора является обеспечение:

- 1) заданного химического состава готового продукта, где главенствующим звеном является надлежащая степень металлизации;
- 2) соотношения максимальной производительности печи и минимального расхода топлива и сырья, обеспечивающих максимальный экономический эффект;
- 3) длительной безаварийной работы оборудования, снижающей простои;
- 4) многолетней (продолжительной) работы объекта.

Основная часть операторов трудоустроиваются в возрасте от 24 до 32 лет, поэтому оценивается зависимость влияния опыта операторов, трудоустроившихся в возрасте 24; 27 и 32 года на производительность печи и расход газа (Рисунки 1 и 2).

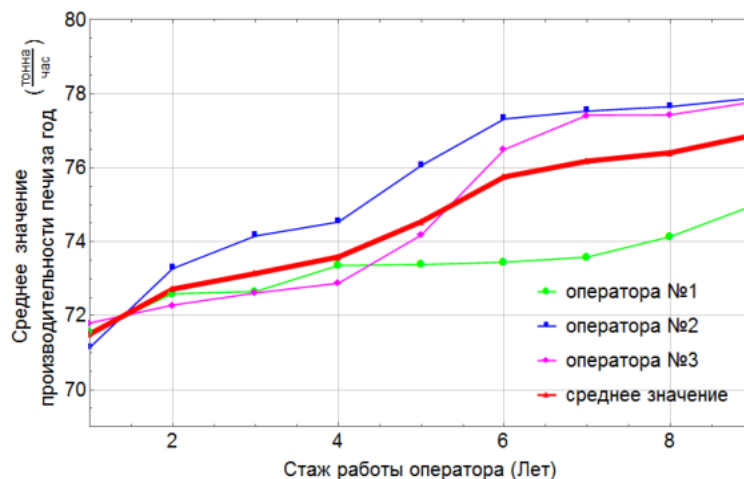


Рис. 1. – Динамика изменения производительности печи от стажа работы оператора

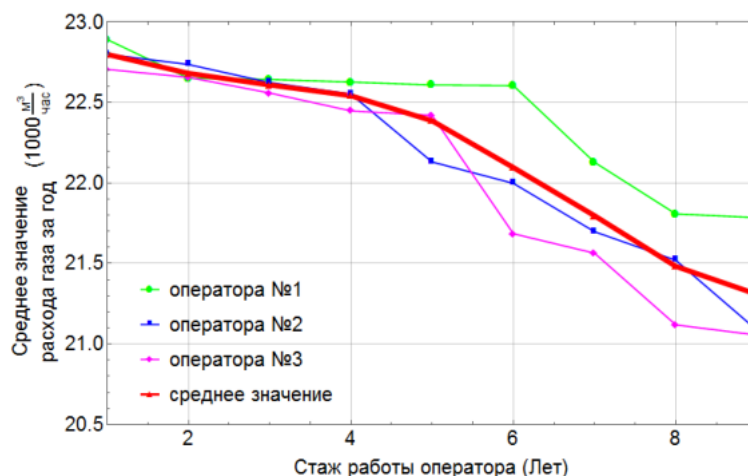


Рис. 2. – Динамика изменения расхода газа от стажа работы оператора

На графиках мы наблюдаем положительное влияние опыта на производительность печи и снижение расхода газа, т.е. на эффективность работы печи. Анализ влияния опыта на эффективность работы печи показал, что такое нарастание осуществляется в период до 9 лет. В дальнейшем происходит насыщение (оператор уже приобрел достаточный опыт для принятия верных решений в подавляющем большинстве ситуаций).

Период в 9 лет является длительным. При малом опыте оператора эффективность работы печи имеет низкие показатели. Экономика предприятия в условиях современной конкуренции требует высокой и стабильной производительности труда. Такое положение дел требует:

1. компенсировать недостаток опыта работы операторов, сведя к минимуму его влияние на эффективность работы печи;
2. поднять техническую организацию работы печи (вне зависимости от опыта работы управляющего оператора) на уровень превышающий организацию работы обычной печи при управлении ею оператором, имеющим максимальный опыт работы.

Кроме опыта и возраста на эффективность работы оператора, а значит, и печи металлизации, влияет оказываемая на него психофизическая нагрузка.

С целью уменьшения влияния психофизических особенностей человека на процесс управления сложным технологическим объектом, целесообразным является проанализировать и определить области комфортной трудовой деятельности человека.

Основными факторами, оказывающими влияние на психофизическое состояние человека, является: количество анализируемой информации; время работы.

$$Phis = f(\text{inf}; \tau), \quad (1)$$

где:  $\text{inf}$  – количество информации анализируемой человеком;  
 $\tau$  – текущее время (в течение смены).

Так как эти параметры различны по размерности и принимают отличные друг от друга значения, предлагается использовать логистическую «функцию желательности» Харрингтона, как универсальный аппарат анализа нескольких показаний различной природы.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Анохин А.Н.. Адаптивный интерфейс для операторов сложных систем // Труды XII Всероссийского совещания по проблемам управления: ВСПУ-2014.-М.:Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН,2014.-С.6345-6356.

2. Коган, И.М. Прикладная теория информации [Текст] / И. М. Коган, М.: Радио и связь, 1981. - 216 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДОБУЧЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОДОВ ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ

**Зорин И.С., Полещенко Д.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
ivan-12244@yandex.ru , po-dima@yandex.ru

**Аннотация.** Данная статья посвящена разработке и анализу предобученных нейросетевых детекторов глубокого обучения для распознавания символов, механически набитых клеймовочной машиной на стальную литую заготовку. В работе, был проведен анализ эффективности распознавания цифр четырьмя разными детекторами на основе FasterR-CNN. Обучение и тестирование нейронных сетей проводилось на собственной базе объектов. По результатам работы наилучшие результаты дал нейросетевой детектор Faster-RCNN Inception-Resnet v2.

**Ключевые слова:** Нейронная сеть; глубокое обучение; распознавание образов; свёрточная нейронная сеть; FastR-CNN; FasterR-CNN; RPN.

## APPLICATION OF PRE-TRAINED NEURAL NETWORK DETECTORS FOR THE IDENTIFICATION OF CAST BILLET CODES

**Zorin I.S., Poleshchenko D.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
ivan-12244@yandex.ru , po-dima@yandex.ru

**Annotation.** This article is devoted to the development and analysis of pre-trained neural network deep learning detectors for character recognition, mechanically stuffed with a branding machine on a cast steel billet. In this paper, we analyzed the effectiveness of digit recognition by four different detectors based on Faster R-CNN. Training and testing of neural networks was carried out on its own database of objects. According to the results, the best results were obtained by the neural network detector Faster-RCNN Inception-Resnet v2.

**Keywords:** Neural network; deep learning; pattern recognition; convolutional neural network; Fast R-CNN; Faster R-CNN; RPN.

Обнаружение объектов является сложной проблемой в области компьютерного зрения и является важным предметом исследований в течение последних десятилетий. В области компьютерного зрения доступно большое количество моделей, решающих задачу обнаружения объектов. Обычно выбор модели состоит из двух основных критериев: точности классификации объекта и времени, которое модель тратит на обработку одного изображения. Выбор оптимального значения обоих определяет качество решения проблемы [1,2].

С момента появления свёрточных нейронных сетей (CNN), наблюдалось многообещающее повышение точности и производительности детекторов объектов. CNN могут обучаться на больших наборах данных, полученных из изображений с высоким разрешением, без их выравнивания, используя пространственную информацию[3].

В настоящее время на участке печей нагрева и печи гомогенизации, находящиеся в СПЦ-1, приходят заготовки со склада. На каждой заготовке клеймовочной машинной выбит девятизначный код, содержащий в себе информацию о ней.

Оператор считывает код заготовки с монитора и в зависимости от значения кода происходит принятие решения. Из-за того, что оператор сам считывает код заготовки, возможны негативные ситуации, которые могут повлечь за собой простой и финансовые потери.

Цифры кода заготовки порой трудно читаемы (это вызвано погрешностями клеймовочной машины и окалиной, которая образуется на заготовке) и в случаях, когда идёт непрерывная подача заготовок, у оператора есть порядка 3-х секунд чтобы считать информацию и принять решение по заготовке. В совокупности выше описанные факторы могут привести к ошибке считывания кода.

Обнаружение ошибки оператора до проката приведёт к вынужденному извлечению заготовки 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, то есть риск отправки потребителю продукции с другими свойствами, что повлечёт за собой финансовые взыскания.

Исходя из этого предлагается применить предобученные нейросетевые детекторы с целью минимизации вероятности ошибки оператора.

Чтобы обучить сеть своим собственным данным, необходимо собрать большой объем данных (в нашем случае изображений). В качестве объектов для распознавания были

использованы цифры клейма литой заготовки. Данные были собраны с помощью цифровой камеры Optimus IP-P082 1(10X).

Низкое качество клейма и размер символов шифра затрудняют визуальное распознавание шифра. Поэтому предпочтительно использовать более высокую плотность пикселей, как следствие это приведет к более высокому разрешению и позволит достичь необходимого качества изображения.

Камера была установлена над рольгангом, по которому заготовки со склада поступают на печи нагрева. Из-за плохой освещенности был установлен фонарь мощностью 3000 люменов. Участок контроля расположен в непосредственной близости от печей нагрева, что даёт термическое воздействие на аппаратуру. Для уменьшения термического эффекта исходящего от печей нагрева камера была защищена теплоизоляционным материалом.



Рис. 1 – Участок контроля



Рис. 2 – Клеймо

Для автоматизации формирования набора данных с шифром клейма был реализован программный код, который сохраняет изображение с камеры в момент квитирования заготовки оператором. Данные отбирались в течении нескольких дней, в результате чего было получено порядка 51000 изображений с разрешением 1080x1960.

Значительное число изображений содержало дефекты, не позволяющие визуально распознать символы, так же часть изображений содержало шифр замазанный краской. Это потенциально могло усложнить как классификацию, так и обнаружение цифр, поэтому 9882 изображений были исключены из набора данных. Остальные данные были разделены на две части 36882 изображений для обучения, 4236 изображений для тестирования.

Следующим шагом было создание аннотаций для полученных данных, в качестве инструмента маркировки была выбрано приложение LabelImg. с открытым исходным кодом. Данное приложение позволяет выделять на изображении интересующие нас символы и классифицировать их как число от 0 до 9. В результате для каждого изображения был создан файл с расширением xml, в котором хранится информация о координатах каждого символа и меткой об его классе.

В таблице 1 показано количество изображений для каждого класса. Как видно из таблицы, некоторые цифры встречались значительно чаще, чем другие. Но данный недостаток сглаживается большим количеством примеров для каждого класса.

Таблица 1 – количество образцов каждого класса в существующем наборе данных.

Класс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кол. образцов	54072	58918	53503	55425	52634	29209	24359	14412	12973	14128

В качестве модели сети глубокого обучения была выбрана архитектура Faster R-CNN. Для предыдущих моделей проекты областей зависели от признаков изображения, которые уже были рассчитаны при прохождении через свёрточную нейронную сеть [4,5]. Faster R-CNN пытается повторно использовать те же результаты сети при поиске регионов, вместо того, чтобы запускать алгоритм выборочного поиска. Иными словами, алгоритм выборочного поиска был заменён сетью предложений регионов (RPN). Сеть предложений регионов, глубокая полностью свёрточная сеть используется для генерации фиксированного количества предложений регионов. Faster R-CNN объединяет RPN с Fast R-CNN для обнаружения объектов.

Было рассмотрены 4 детектора на основе Faster R-CNN:

1. Faster-RCNN Inception v2
2. Faster-RCNN Resnet-50
3. Faster-RCNN Resnet-101
4. Faster-RCNN Inception-Resnet v2

С целью определения какой из детекторов покажет лучшие результаты было проведено тестирование на изображениях, которые не участвовали в обучении. Для каждого детектора в процессе всего обучения, с шагом 10000, создавались тестовые модели сети для определения работоспособности в зависимости от времени обучения.

Графики результатов тестирования приведены на рисунках 5-6.

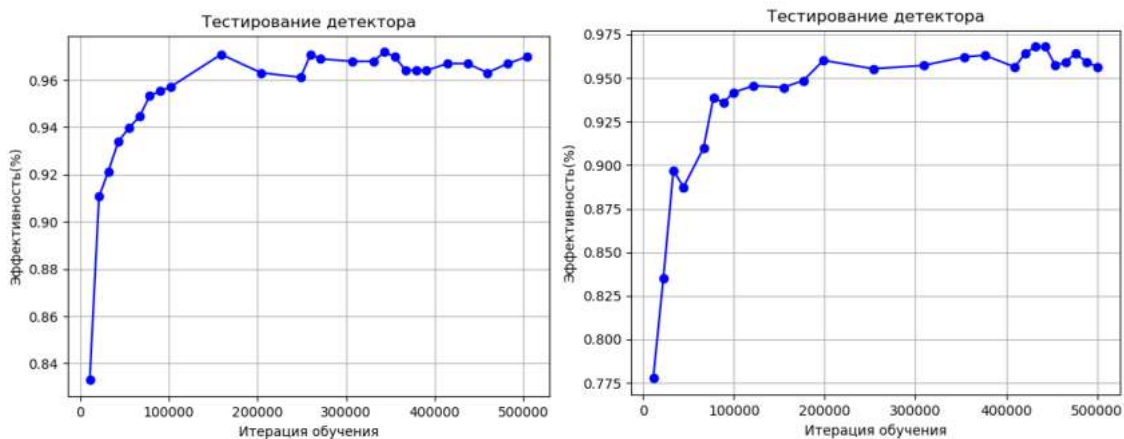


Рис. 5 – График результатов тестирования сети Faster-RCNN Inception v2 и Faster-RCNN Resnet-50

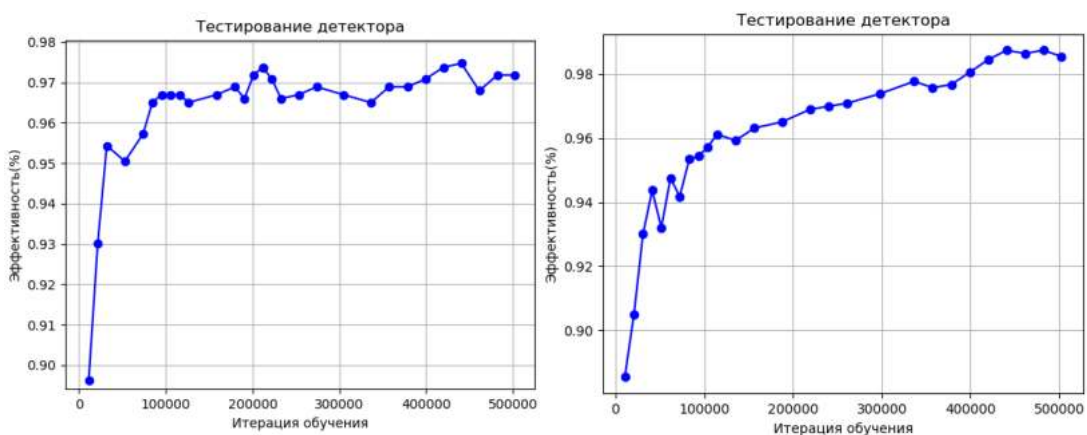


Рис. 6 – График результатов тестирования сети Faster-RCNN Resnet-101 и Faster-RCNN Inception-Resnet v2

По результатам тестирования были выбраны лучшие результаты для каждой сети:

1. Faster-RCNN Inception v2 – 97,1%
2. Faster-RCNN Resnet-50 – 97,4%
3. Faster-RCNN Resnet-101 – 97,5%
4. Faster-RCNN Inception-Resnet v2 – 98,7%

В ходе тестирования детектор Faster-RCNN Inception-Resnet v2 показал лучший результат, следовательно, в алгоритме будет использоваться именно он.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ke Zhang, Miao Sun, Xu Han, Xingfang Yuan, Liru Guo, and Tao Liu. Residual networks of residual networks: multilevel residual networks. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2017.
2. Sean R Eddy. Hidden markov models. Current opinion in structural biology, 6(3): 361–365, 1996.



3. Nello Cristianini and John Shawe-Taylor. An introduction to support vector machines and other kernel-based learning methods. Cambridge university press, 2000.
4. Dennis W Ruck, Steven K Rogers, Matthew Kabrisky, Mark E Oxley, and Bruce W Suter. The multilayer perceptron as an approximation to a bayes optimal discriminant function. IEEE Transactions on Neural Networks, 1(4):296–298, 1990.
5. Li Deng. A tutorial survey of architectures, algorithms, and applications for deep learning. APSIPA Transactions on Signal and Information Processing, 3:e2, 2014.
6. Yangqing Jia, Evan Shelhamer, Jeff Donahue, Sergey Karayev, Jonathan Long, Ross Girshick, Sergio Guadarrama, and Trevor Darrell. Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding. arXiv preprint arXiv:1408.5093, 2014.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧЕ ПОСТРОЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ УСТОЙЧИВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РАСПИСАНИЯ**

**Коврижных О.А., Цуканов М.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*kovroles@mail.ru , tsukanov\_m\_a@mail.ru*

***Аннотация.** В статье описывается задача составления и корректировки производственного расписания на примере производства стали. Для улучшения качества расписания с учетом специфики производства и его ограничений предлагается использование адаптивного принципа формирования и корректировки расписания сталеплавильного производства с использованием мультиагентных технологий. В рамках оперативного управления производством были выделены подзадачи диспетчеризации производства, мониторинга нарушения плана из-за возникновения недетерминированных событий (простоев, поломок), которые требуют создание корректирующих действий относительно запланированного состояния технологического процесса. Решение проблемы сократит непродуктивные затраты на потребление энергии во время производства, а также упростит работу диспетчера в процессе принятия решений в различных ситуациях.*

**Ключевые слова:** Мультиагентные технологии; оперативное управление; технологическая координация; производственное расписание.

## **APPLICATION OF MULTI-AGENT TECHNOLOGIES IN THE TASK OF BUILDING AND ADJUSTING A SUSTAINABLE PRODUCTION SCHEDULE**

**Kovrizhnykh O.A., Tsukanov M.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*kovroles@mail.ru , tsukanov\_m\_a@mail.ru*

***Annotation.** The article describes the task of drawing up and adjusting the production schedule on the example of steel production. To improve the quality of the schedule, taking into account the specifics of production and its limitations, it is proposed to use the adaptive principle of*

*forming and adjusting the schedule of steelmaking production using multi-agent technologies. As part of the operational management of production, sub-tasks were identified for dispatching production, monitoring plan violations due to the occurrence of non-deterministic events (downtime, breakdowns), which require the creation of corrective actions regarding the planned state of the technological process. Solving the problem will reduce unproductive energy consumption costs during production, as well as simplify the work of the dispatcher in the decision-making process in various situations.*

**Keywords:** Multi-agent technologies; operational management; technological coordination; production schedule.

В настоящее время каждая производственная компания заинтересована в рациональном использовании ресурсов для увеличения прибыли на конкурентном рынке. Снижение энергозатрат, сокращение сроков выполнения каждой операции, повышение производительности отдельных участков за счет оптимального времени переоборудования технологических агрегатов и качественного выполнения производственного плана позволяет достичь поставленной цели. Однако решение этой задачи часто бывает нетривиальным, так как каждая производственная цепочка характеризуется сложной структурой, нелинейными процессами и особыми условиями и ограничениями на приготовление продукции.

Основная задача систем оперативного управления и технологической координации производства – разработка согласованных планов цехов компаний и обеспечение их реализации. Посредством составления расписания можно решать задачи по отгрузке продукции, контролировать нарушение плана и разрабатывать корректирующие действия в случае его нарушения. Предлагаем связать решение первичной задачи координации с последующей интеграцией в ряде взаимосвязанных подзадач.

Металлургическое предприятие является характерным примером сложноструктурированного производства, трудность задачи оперативного управления и технологической координации которого представлена перекрестными схемами транспортно-технологических потоков, большим количеством вариантов технологических маршрутов. Процесс работы электросталеплавильного цеха включает в себя этапы, для выполнения которых вовлекаются агрегаты различного типа. Структура связей является сложной и представляет трудности при проведении планирования, выполнения расписания, мониторинга его выполнения и корректировки. В таких условиях актуальной задачей является составление и корректировка производственного расписания с которую существенно усложняет необходимость учета технологии выплавки стали на конкретном производстве.

В работах авторов [1,2,3] предлагаются различные алгоритмы формирования оперативно-производственных планов, которые при выполнении предлагают множество расписаний для выбора диспетчером для дальнейшей реализации. Для многих предприятий является важным вопрос не только оптимизации расписаний, но и их автоматического формирования. Авторы описывают важность критериев в таких системах, по которым предлагается внедрить составленное расписание. Кроме того, внедряемая система корректировки производственного расписания должна не только позволить перестроить сменно-суточное задание в случае необходимости, но и позволить управлять отклонениями в графике исполнения заказов от производственного плана

Посредством расписания возможно решение задач диспетчирования производства, мониторинга нарушения плана и разработки корректирующих мероприятий при его нарушении. Авторами была представлена модель построения и корректировки расписания сложноструктурированного производства [4], которая показана на рисунке 1.

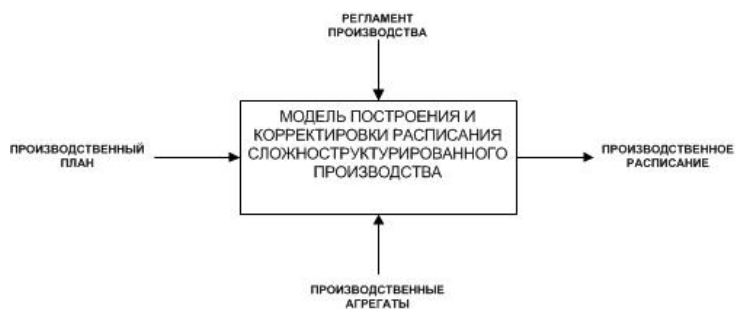


Рис. 1 – Обобщенная модель построения и корректировки расписания сложно структурированного производства

К основным задачам любого предприятия относится выполнение производственного плана в установленные сроки и с минимальным количеством затрат, которые заложены в регламент производства. Выполнение плана возможно с привлечением высококвалифицированных сотрудников, наличием достаточного количества сырья, производственных агрегатов, которые находятся в работоспособном состоянии и других сопутствующих элементов. Модель построения и корректировки производственного расписания учитывает классификацию заказов и их компоновку с оценкой составленного расписания, которая позволяет выявить зависимости и учесть их в построении следующего суточного расписания. На основе производственного плана выделяется список заказов для выполнения, далее запускается процесс составления и выполнения расписания, который заканчивается результатом выполненного расписания. Все процессы идут с помощью производственных агрегатов и по регламенту производства. Результат выполненного расписания проходит оценку поэлементно и в целом по определенным критериям с выделением наиболее выгодных цепочек, которые сохраняются в базе знаний системы и

используются каждый раз при необходимости. Такой процесс позволяет уменьшить время при составлении и необходимости корректировки расписания.

Для решения задачи оперативного управления и технологической координации актуально использование мультиагентных систем (МАС). Система оперативного управления с точки зрения системы поддержки принятия решений рассматривается как распределенная организационно-техническая система с характерным разделением этапов производства заказа на отдельные технологические агрегаты, представляющая собой модель производственных звеньев, функционирующую по алгоритмам оптимизации составления производственных расписаний на основе методов искусственного интеллекта и имитационного моделирования. Структура МАС ОУ и ТК представлена на рисунке 2.

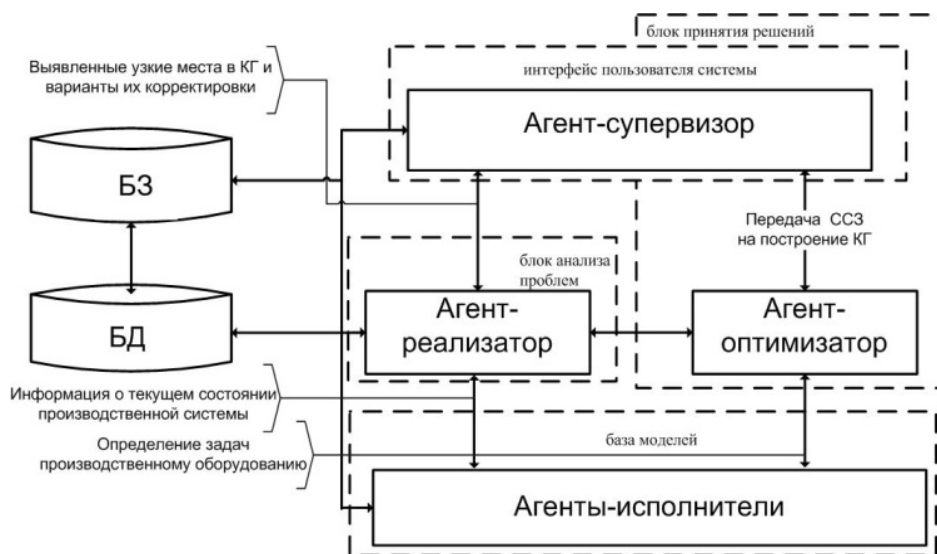


Рис. 2 – Структура МАС ОУ и ТК

Блок принятия решений концептуальной схемы представлен агентом-оптимизатором и агентом-супервизором, блок анализа проблем – агентом-реализатором, имитационная модель производства – агентами-исполнителями. Агент-супервизор – интерфейсный агент, решающий задачу взаимодействия агентов МАС и связи с пользователем. Агент-оптимизатор – гибридный агент, в задачу которого входит построение оптимального расписания на основе правил и ограничений производства. Агент-реализатор – гибридный агент, который осуществляет проверку сформированного расписания на реализуемость. Агент-исполнитель – партнерский агент, задачей которого является слежение за работой конкретного технологического агрегата, входящего в реализуемый технологический маршрут [5].

Применение мультиагентных технологий к задаче составления расписания позволяет значительно сократить временные и вычислительные издержки при выполнении корректировки расписания за счет того, что работа будет производиться не над всей совокупностью производственных заданий, а на отдельных интервалах. Экономия средств

зависит от многих факторов, не только от времени составления расписания, от технологии, от стоимости данной продукции. Предложенный мультиагентный подход к управлению производством и обеспечивающими подсистемами позволит повысить адаптивность системы к текущим изменениям и даст преимущество в оперативности и адекватности принимаемых решений. Такой подход к реализации системы ОУ и ТК позволит повысить качество выявления нарушений в ходе реализации производственной программы и более эффективно реализовать построение и корректировку расписания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Skobelev P. Multi-Agent Systems for Real Time Resource Allocation, Scheduling, Optimization and Controlling: Industrial Application // 10-th International Conference on Industrial Applications of Holonic and Multi-Agent Systems (HoloMAS 2011). France, Toulouse. 2011. Springer. – P. 5–14.
2. Саратов А.А. Конкурентный метод синтеза производственных расписаний // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – Издательство: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет», 2014. - № 3. – с. 104-110.
3. Скакалина Е.В. Эффективное построение множества расписаний с минимальным суммарным временем завершения работ // Радиоэлектроника и информатика. – Издательство: Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2001. - № 3. – с. 43-46.
4. Коврижных О.А., Цуканов М.А. Концепция модели построения автоматизированного формирования и корректировки производственного расписания // Материалы Семнадцатой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, 20-21 апреля 2020 г. / редколлегия: Ю.И. Еременко, Е.В. Ильичева, Л.Н. Крахт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, С.Н. Востокова – Старый Оскол, 2020. – 695 с. – С. 246-247.  
2 с.
5. М. А. Tsukanov, О.А. Kovrizhnykh Analysis of Algorithms for Scheduling Complex Production Systems 2019 1st International Conference on Control Systems, Mathematical Modelling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), Lipetsk, Russia, 2019, pp. 584-589, doi:10.1109/SUMMA48161.2019.8947598.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

**Ковтун Н.И.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*kovtun-n-i@yandex.ru*

***Аннотация.** Конкурентоспособность аграрного сектора и его отдельных частей во многом зависит от уровня развития информационной инфраструктуры. Информатизация является одним из важнейших направлений, способствующих внедрению научных достижений в производстве и повышению эффективности инновационного процесса. Блокчейн-технологии, построенные на методологии применения распределенных информационных систем, представляют собой новое поколение надежных и умных приложений для регистрации и обмена физическими, виртуальными, материальными и нематериальными ресурсами. Внедрение интеллектуальных решений на основе распределенных информационных систем в процессы управления позволяет повысить эффективность и устойчивость АПК, быстрее реагировать на меняющиеся рыночные условия и удовлетворять требования потребителей по качеству и скорости поставок сельскохозяйственной продукции.*

**Ключевые слова:** *Распределенные информационные системы; цифровизация; блокчейн.*

## PROSPECTS FOR THE USE OF DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEMS IN THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

**Kovtun N.I.**

*Sary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Sary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*kovtun-n-i@yandex.ru*

***Annotation.** The competitiveness of the agricultural sector and its individual parts largely depends on the level of development of the information infrastructure. Informatization is one of the*

*most important areas that contribute to the development of scientific achievements in production and the effectiveness of the innovation process. Blockchain technologies based on the distributed information systems methodology represent a new generation of reliable and smart applications for registering and exchanging physical, virtual, tangible and intangible resources. The introduction of smart solutions based on distributed information systems into management processes can improve the efficiency and sustainability of the agricultural sector, respond faster to changing market conditions and meet customer requirements for the quality and speed of agricultural product deliveries.*

**Keywords:** Distributed information systems; digitalization; blockchain.

Современное общество невозможно представить без информационных технологий, которые проникли во все сферы жизнедеятельности. Автоматизация всех процессов постепенно сменяется интеллектуализацией, а централизованные системы автоматического управления – интернетом вещей и распределенными системами управления.

Для современного производства характерно понятие четвертой промышленной революции, которое объединяет промышленность и цифровые технологии, приводит к созданию умных заводов и городов. При таком подходе все инструменты и результаты производства, а также люди, взаимодействуют друг с другом через интернет. Устойчивым понятием для предприятий сегодня является «Индустрия 4.0», в которое входят задачи внедрения киберфизических систем производства, роботизации технологических процессов, наделения машин элементами искусственного интеллекта, что призвано, в конечном итоге, повлиять на повышение производительности, снижение себестоимости и рисков.

Как и производство, агропромышленный комплекс (АПК), который включает совокупность взаимосвязанных отраслей хозяйства, производящих, перерабатывающих сельскохозяйственную продукцию и доводящих её до потребителя, также активно развивает интеллектуальные цифровые решения в задачах инвентаризации сельхозугодий, создания электронных карт полей, мониторинга сельскохозяйственной техники и состояния посевных площадей и др. [2]

При этом полный цикл производства в агропромышленной сфере, наряду с технологической цепочкой по созданию продуктов питания, включает в себя также процессы по организации производства и продажи сельскохозяйственных товаров, используемых на непромышленные цели (например, для косметологии, обувной промышленности, рынка удобрений и др.), логистику и управление запасами.

По этой причине востребовано создание сети, куда бы входили компании, отвечающие за различные этапы производства, хранения и транспортировки продукции.



Цифровизация деятельности АПК связана с большими массивами данных, которые нужно считывать, собирать, анализировать, систематизировать, обрабатывать, хранить, передавать, представлять в нужном виде и выполнять многочисленные часто повторяющиеся операции. Для этого необходимы соответствующие аппаратные и программные решения: информационные системы, программные обеспечения, средства беспроводной передачи данных, облачные сервисы для обмена и хранения данных.

Основной целью проектирования сложных систем взаимодействия пользователей с базами данных на разных уровнях является обеспечение максимально простого доступа к возможно большему количеству ресурсов как можно большему числу пользователей. В качестве концептуального решения актуально применение технологии построения распределенных информационных систем.

Наличие в них параллельных процессов, зачастую разделяющих ресурсы, отсутствие глобальных часов и независимость отказов отдельных компонентов, автономность узлов позволяет легко масштабировать систему. Ресурсы в распределенной системе физически инкапсулированы и могут быть доступны другим узлам только посредством коммуникаций. Для эффективного разделения каждый ресурс должен управляться специальной программой, предоставляющей интерфейс к ресурсу, делая его доступным, а его модификацию безопасной. [1]

Схема распределения данных предполагает работу на базе механических, сигнальных и электрических интерфейсов с конкретными протоколами; построение модели преобразования сигналов и пакетов с данными в приемлемый формат для удобного приема и передачи в рамках системы распределения потоков; определение параметров взаимодействия конкретных линий связи с машинами и устройствами; организацию маршрутов и промежуточных точек обработки данных.

Поскольку данные децентрализованы и распределены по узлам, для создания и обслуживания совместно используемой и непрерывно выверяемой базы данных для крупного, среднего и малого бизнеса в агропромышленной сфере можно применить технологию блокчейн.

Блокчейн будет выступать в качестве единого источника достоверных данных, а участники блокчейн-цепи смогут видеть только те транзакции, которые относятся именно к ним. Защищенный от несанкционированного доступа цифровой реестр общего пользования сможет вести учет транзакций в публичной или закрытой пиринговой сети, при этом система будет записывать хронологический порядок проведения транзакций со всеми узлами сети, признавшими действительность транзакций посредством выбранной модели консенсуса.

Результатом работы выступят не подлежащие отмене транзакции, согласованные всеми участниками сети децентрализованно.

Для реализации данной задачи практически все машины и устройства, задействованные на всех этапах деятельности АПК должны быть снабжены микрочипами и датчиками – внешними агентами, которые будут собирать в режиме реального времени и передавать достоверную информацию конкретным участникам распределенной информационной системы для непрерывного контроля и оперативного анализа данных.

На мнемосхеме (рис. 1) отображена обобщенная структура взаимодействия подсистем и элементов АПК, необходимая для выработки оптимальных решений и формирования управляющих воздействий для эффективного функционирования системы.

При этом возможно отслеживать процесс производства конечного продукта с помощью технологии блокчейн в течение всего жизненного цикла: отслеживаемые и удостоверяемые цифровые записи пути сельскохозяйственного сырья от места его выращивания до поставки конечного продукта в конкретные торговые точки позволят любому пользователю, имеющему доступ к сети блокчейн, узнать, когда именно, где и кем было произведено сырье, какой температурный режим и какая технология применялась на каждом этапе переработки, как осуществлялась транспортировка промежуточной и готовой продукции.

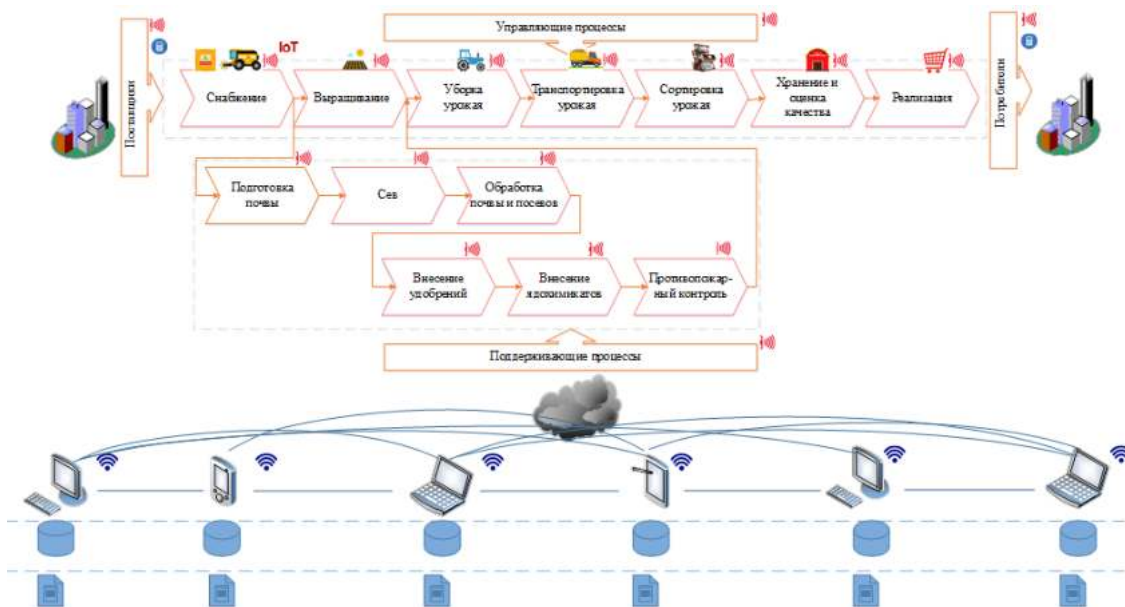


Рис. 1 – Мнемосхема полного цикла деятельности АПК

В случае обнаружения проблем с качеством конечного продукта, можно однозначно идентифицировать все экземпляры проблемной партии, а значит, оперативно изъять из продажи, выяснить причины и исправить ситуацию.

Внедрение в процессы управления сферой АПК распределенных информационных систем с использованием технологии блокчейн на основе применения IoT позволят улучшить ситуационную осведомленность на многочисленных и масштабных сельскохозяйственных площадях за счет непрерывного предоставления пользователям (агрономам, техникам и пр.) точного, достоверного и целостного образа обстановки, распознавания в реальном времени негативных и опасных факторов, способных снизить урожайность (локальные возгорания, появление вредителей), скорректировать условия хранения и транспортировки сырья и готовой продукции, прогнозировать опасные сочетания факторов внешней обстановки, способные привести к нарушению работы системы, и выработать рекомендации всем участникам процесса.

### **СПИСОКЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бабичев, С. Л. Распределенные системы: учебное пособие для вузов/ С. Л. Бабичев, К. А. Коньков. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 507 с.
2. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года. [Электронный ресурс]: // <http://docs.cntd.ru/document/456038646>

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА

**Кривонос В.А., Кришин Д.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
*krivonosov\_y\_a@mail.ru , kriushindmitri@yandex.ru*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается технологический процесс получения аммофоса, включающий в себя три стадии: приготовление аммофосной пульпы, грануляция и абсорбция. Рассмотрены основные технологические параметры. Представлена математическая модель получения аммофосной пульпы в скоростном аммонизаторе-испарителе, а также динамическая математическая модель формирования эквивалентного диаметра гранул аммофоса в зависимости от гранулометрического состава внешнего ретурна.

**Ключевые слова:** Автоматизация; аммофос; моделирование; математическая модель; система управления.

## MATHEMATICAL MODEL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF AMMOPHOS PRODUCTION

**Krivonosov V.A., Kriushin D.V.**

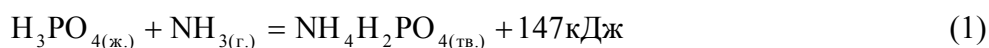
*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
*krivonosov\_y\_a@mail.ru , kriushindmitri@yandex.ru*

**Annotation.** The article describes the technological process of production of ammophos. It consists of three stages: production of ammophose pulp, granulation and absorption. The main technological parameters are considered. The mathematical model for producing ammophos pulp in a high-speed ammonizer-evaporator are described. A dynamic mathematical model has been developed for the formation of the equivalent diameter of ammophos granules depending on the flow rate and particle size distribution of the external recycle.

**Keywords:** Automation; ammophos; modeling; mathematical model; control system.

Аммофос – концентрированное азотно-фосфорное растворимое удобрение, основной компонент моноаммонийфосфат – сокращенно МАФ. Технологический процесс производства аммофоса можно разделить на три этапа: первый этап – приготовление аммофосной пульпы, второй – процесс грануляции и третий – абсорбция, обеспечивающая улавливание аммиака, паров кислоты и пыли аммофоса из технологических агрегатов, используемых на первых двух этапах [1].

Получение аммофосной пульпы осуществляется путем нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) аммиаком (1) в скоростном аммонизаторе испарителе (САИ) и трубчатых смесителях (ТС). В системе абсорбции парогазовые и газопылевые потоки, образующиеся в САИ, в трубчатом смесителе (ТС), в барабанном грануляторе-сушилке (БГС), над грохотами узла классификации аммофоса и дробилками крупной фракции, взаимодействуют с фосфорной кислотой [1].



Для данного технологического участка важно обеспечить регламентное значение мольного отношения  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$ , так как этот параметр определяет состав удобрения, оказывает существенное влияние на процесс грануляции в БГС, вызывает изменение гранулометрического состава аммофоса. Таким образом, процесс получения пульпы и процесс грануляции взаимосвязаны. При колебаниях параметров на этапе получения аммофосной пульпы, возникают нежелательные колебания процесса грануляции, поэтому важно стабилизировать процесс приготовления пульпы.

Оперативный приборный контроль мольного отношения  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  отсутствует. Поэтому для повышения качества управления процессом получения пульпы необходимо разработать математическую модель, которая позволит прогнозировать мольное отношение  $\text{NH}_3:\text{H}_3\text{PO}_4$  с учетом возмущающего воздействия системы абсорбции на процесс нейтрализации.

Зная расход аммиака и фосфорной кислоты, можно определить мольное соотношение на входе в САИ:

$$M_{\text{ВХ\_САИ}} = \frac{\mu\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot G_{\text{NH}_3\text{-AP}}}{\mu\text{NH}_3 \cdot G_{\text{H}_3\text{PO}_4\text{-САИ}}}, \quad (2)$$

С учетом того, что в САИ 3 % аммиака уходит с парогазовой смесью в абсорбцию, получим мольное отношение на выходе из САИ:

$$M_{\text{ВЫХ\_САИ}} = M_{\text{ВХ\_САИ}} + \frac{0,97 \cdot \mu\text{H}_3\text{PO}_4 \cdot G_{\text{NH}_3\text{-САИ}}}{\mu\text{NH}_3 \cdot G_{\text{H}_3\text{PO}_4\text{-САИ}}}, \quad (3)$$

где  $M_{\text{ВХ\_САИ}}$  – мольное отношение на входе в САИ, [моль/моль],

0,97 – доля вступающего в реакцию аммиака,

$\mu_{\text{H}_3\text{PO}_4}$  – вес моля  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , [г/моль],

$\mu_{\text{NH}_3}$  – вес моля  $\text{NH}_3$ , [г/моль],

$G_{\text{NH}_3\_САИ}$  – расход аммиака в САИ, [кг/час],

$G_{\text{H}_3\text{PO}_4\_САИ}$  – расход фосфорной кислоты, [кг/час].

Структура математической модели процесса приготовления пульпы в аппарате САИ представлена на рисунке 1. Модель состоит из двух нелинейных статических звеньев (НС31 и НС32), которые описывают формирование мольного отношения в сборниках кислоты перед подачей в САИ и на выходе из САИ [2]. Модель также содержит динамические звенья, моделирующие процесс перемещения веществ в сборниках. НС31 описывается выражением (2) и позволяет определить мольное отношение в фосфорной кислоте на входе в САИ на основании данных о расходах кислоты и абсорбционного раствора. НС32 описывается выражением (3) и позволяет определить мольное отношение получившейся аммофосной пульпы на выходе САИ. Передаточные функции  $W1(S)$  и  $W2(S)$  описывают динамику приготовления пульпы с учетом емкостей и агрегатов, через которые проходят фосфорная кислота, аммиак и пульпа.

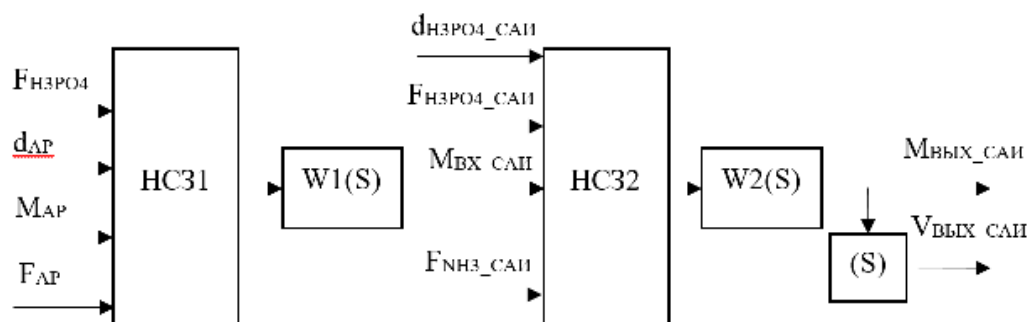


Рис. 1 – Структура модели процесса приготовления пульпы в аппарате САИ

$F_{\text{H}_3\text{PO}_4}$ ,  $d_{\text{H}_3\text{PO}_4}$  – расход и плотность кислоты в сборниках фосфорной кислоты;

$F_{\text{H}_3\text{PO}_4\_САИ}$ ,  $d_{\text{H}_3\text{PO}_4\_САИ}$  – расход и плотность кислоты в САИ;

$F_{\text{AP}}$ ,  $d_{\text{AP}}$ ,  $M_{\text{AP}}$  – расход, плотность и мольное отношение абсорбционного раствора;

$F_{\text{NH}_3\_САИ}$  – расход аммиака в аппарат САИ;

$M_{\text{ВХ\_САИ}}$  – текущее значение мольного отношения в кислоте на входе в аппарат САИ;

$M_{\text{ВЫХ\_САИ}}$  и  $V_{\text{ВЫХ\_САИ}}$  – установившееся значение мольного отношения на выходе из САИ (расчетная величина) в текущий момент и скорость его изменения.

Для эффективного управления процессом грануляции разработана математическая модель зависимости среднего эквивалентного диаметра гранул аммофоса на выходе БГС от расхода и эквивалентного диаметра гранул внешнего ретура [3, 4].

Структура модели формирования среднего эквивалентного диаметра гранул аммофоса в БГС приведена на рисунке 2.

Модель БГС включает нелинейное статическое звено (НСЗ), которое позволяет рассчитать установившееся значение среднего эквивалентного диаметра гранул на выходе БГС после завершения переходных процессов при постоянных значениях всех входных сигналов НСЗ, а также динамические звенья, моделирующие процесс перемешивания и перемещения гранул по пространству барабана БГС.

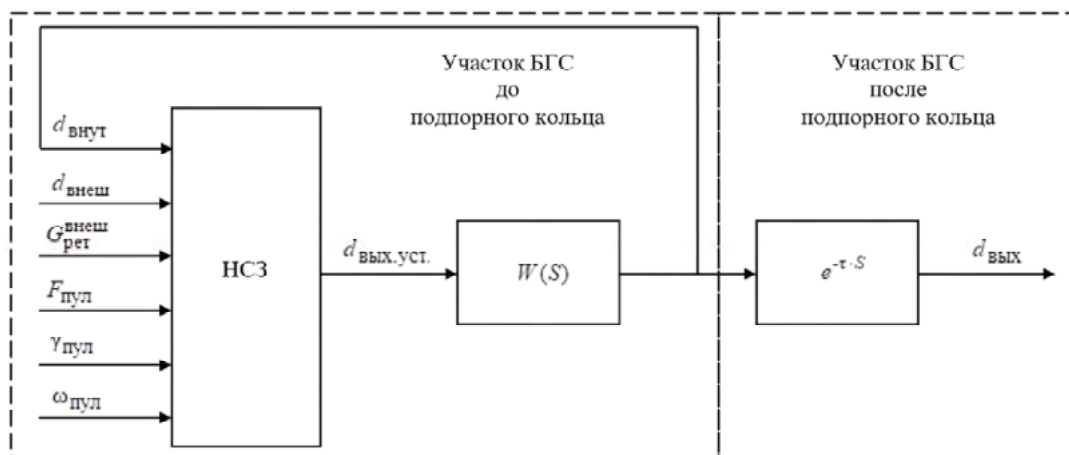


Рис. 2 – Структура модели гранулирования аммофоса в аппарате БГС

$d_{\text{внут}}$  – средний эквивалентный диаметр гранул внутреннего ретура;

$d_{\text{внеш}}$ ,  $G_{\text{рет}}^{\text{внеш}}$  – средний эквивалентный диаметр и весовой расход внешнего ретура;

$F_{\text{пул}}$ ,  $\gamma_{\text{пул}}$ ,  $\omega_{\text{пул}}$  – объемный расход, плотность и влажность пульпы;

$d_{\text{вых.уст.}}$  и  $d_{\text{вых}}$  – соответственно, установившееся (расчетная величина), и текущее

значения среднего эквивалентного диаметра гранул на выходе.

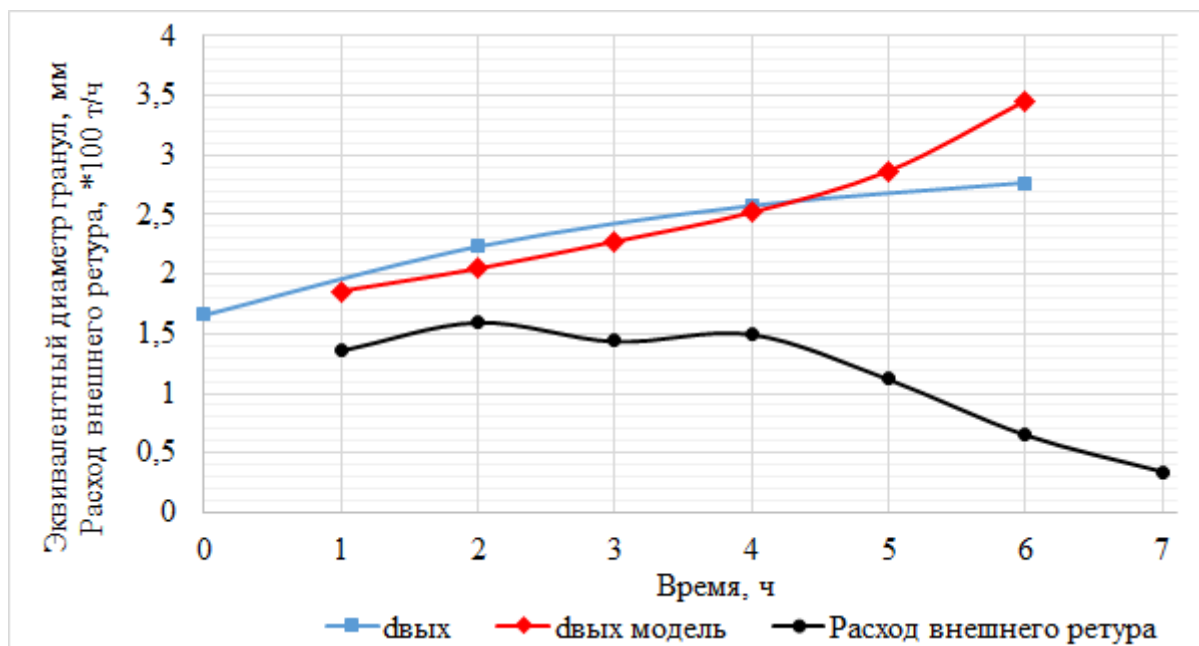


Рис. 3 – Сравнение результатов моделирования с фактическими данными

$d_{\text{вых}}$  и  $d_{\text{вых модель}}$  – соответственно фактический и полученный в результате моделирования эквивалентный диаметр гранул на выходе БГС

Из представленного графика видно, что в целом разработанная модель достаточно точно описывает процесс гранулообразования аммофоса в БГС.

Таким образом, проведен анализ технологического процесса производства аммофоса. Разработана математическая модель процесса получения аммофосной пульпы. Наличие прогноза значения мольного соотношения (3) позволяет использовать его в качестве дополнительного управляющего воздействия в системе управления процессом гранулирования [4], что обеспечит повышение качества стабилизации процесса гранулообразования. Разработанная математическая модель (см. рис. 2) предназначена, в первую очередь, для использования в системе стабилизации режима грануляции в БГС, обеспечения необходимого гранулометрического состава готовой продукции путем изменения расхода потока внешнего ретура и степени дробления гранул аммофоса, возвращаемых в БГС с внешним ретуром.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривонос В.А., Криушин Д.В., Повышение эффективности контроля и управления технологическим процессом производства аммофоса на основе наблюдателей и регуляторов состояния // Материалы Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 09-10 декабря 2019 г. – Старый Оскол, 2019. – 363-368 с.



2. Кривонос В.А., Криушин Д.В., Математическая модель получения аммофосной пульпы в скоростном аммонизаторе-испарителе // Материалы Семнадцатой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, 20-21 апреля 2020 г. – Старый Оскол, 2020. – 248-250 с.

3. Криушин Д.В., Кривонос В.А., Козырь О.Ф., Соколов В.В., Математическая модель влияния внешнего ретурна на процесс гранулирования аммофоса в барабанном грануляторе-сушилке // Научный журнал «Инженерный вестник Дона» (сетевое издание). – 2020. – №2 [Электронный ресурс] URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2020/6296> (дата обращения: 05.12.2020)

4. Криушин Д.В., Математическая модель процесса грануляции аммофоса для системы стабилизации гранулометрического состава // Материалы Шестнадцатой Всероссийской научно-практической конференции студентов и аспирантов, 24-25 апреля 2019 г. – Старый Оскол, 2019. – С. 332-334

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПО ПУСКОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПАРАМЕТРОВ МОТОР-РЕДУКТОРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА БАЛАНСИРУЮЩЕГО РОБОТА

**Ласточкин К.А., Петров В.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*lastconst@yandex.ru , petrov.va@misis.ru*

***Аннотация.** Для построения системы управления двухколесным балансирующим роботом прежде всего требуется иметь его полное математическое описание с учетом параметров тела робота, колесной пары и исполнительных механизмов – мотор-редукторов постоянного тока. Параметры колесной пары и тела робота являются известными и заданными a priori, а параметры мотор-редукторов неизвестны. Поэтому, для получения полного и точного математического описания двухколесного балансирующего робота, требуется выполнить их идентификацию. В данной работе предлагается осуществить такую идентификацию по пусковым характеристикам мотор-редукторов и их аналитическому описанию.*

**Ключевые слова:** Балансирующий робот; мотор-редукторы; пусковые характеристики; идентификация.

## IDENTIFICATION OF BALANCING ROBOT DC MOTORS BY THEIR STARTING CHARACTERISTICS

**Lastochkin K.A., Petrov V.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*lastconst@yandex.ru , petrov.va@misis.ru*

***Annotation.** To develop a control system of a two-wheel balancing robot, first of all, it is necessary to have its complete mathematical description taking into account the parameters of the robot body, wheels and actuators - DC motors. The parameters of the wheel set and the robot body are known a priori, whereas the parameters of the gear motors are unknown. Therefore, in order to obtain a complete and accurate mathematical description of the two-wheel balancing robot, it is*

necessary to identify the above-mentioned parameters. In this research, it is proposed to perform such identification using the starting characteristics of the gear motors and their analytical description.

**Keywords:** Balancing robot; gear motors; starting characteristics; identification.

На Рис.1. представлен общий вид двухколесного балансирующего робота и его исполнительных механизмов – мотор редукторов постоянного тока GM-37.



Рис.1 – Общий вид балансирующего робота и мотор редукторов GM-37

Возбуждение мотор редукторов GM-37 осуществляется от постоянных магнитов, а влиянием индуктивности якоря  $L_{я}$  в двигателях постоянного тока малой мощности допустимо пренебрегать [1], тогда их математическая модель описывается системой уравнений

$$\begin{cases} i_{я} = \frac{u_{я} - k_e \omega}{R_{я}}, \\ J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} = k_m i_{я} - M_{нагр}. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь  $i_{я}$  – ток якорной цепи,  $u_{я}$  – напряжение питания якорной цепи,  $\omega$  – скорость вращения вала двигателя,  $R_{я}$  – сопротивление якорной цепи,  $k_e$  – конструкционный коэффициент противо-ЭДС,  $J_{\Sigma}$  – момент инерции, приведенный к валу двигателя,  $k_m$  – конструкционный коэффициент момента,  $M_{нагр}$  – момент нагрузки. Измеримыми с помощью амперметра и встроенного энкодера является ток якоря двигателя  $i_{я}$ , скорость вращения  $\omega$  вала двигателя и его положение  $\theta_{я}$ .

Параметры модели мотор редукторов GM-37 известные из каталожных данных приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры мотор-редуктора постоянного тока GM-37

Параметр	Значение
Номинальное напряжение $U, В$	12
Номинальный момент $M_{об}, Нм$	0,08
Сопротивление якорной цепи $R, Ом$	3,3
Передаточное число редуктора	30

Как следует из таблицы, идентифицировать необходимо почти все параметры математической модели (1), обладая информацией только о сопротивлении якорной цепи  $R_{я}$ , номинальном напряжении  $U$  и моменте  $M_{дв}$ .

Параметром мотор-редуктора постоянного тока (1), который связывает все его параметры в единое уравнение, является электромеханическая постоянная времени.

$$T = \frac{J_{\Sigma} R_{я}}{k_m k_e} \quad (2)$$

Из уравнения (2) следует, что рассчитать один из параметров модели (1) возможно, не прибегая к средствам идентификации, но обладая информацией о значениях трех других параметров и значении постоянной времени  $T$ .

С учетом этого факта, в работе предлагается определить  $k_e$  и  $T$  из опыта холостого хода,  $k_m$  – построив зависимость момента двигателя от тока якоря  $M(i_{я})$ , а значение момента инерции рассчитать по уравнению (2).

С этой целью запишем уравнение [1,2], связывающее параметры мотор-редуктора  $T$  и  $k_e$  с значением угла поворота вала  $\theta_{я}$

$$\theta_{я}(t) = \frac{u_{я}}{k_e}(t - T) \quad (3)$$

Для получения значения конструкционной постоянной мотор-редуктора  $k_e$  и постоянной времени  $T$  на обмотку якоря мотор редуктора GM-37 было подано напряжение в  $u_{я}=7,87$  В при отсутствующей нагрузке на валу. По результатам измерения угла поворота мотор-редуктора с помощью энкодера была получена пусковая характеристика, представленная на рис. 2.

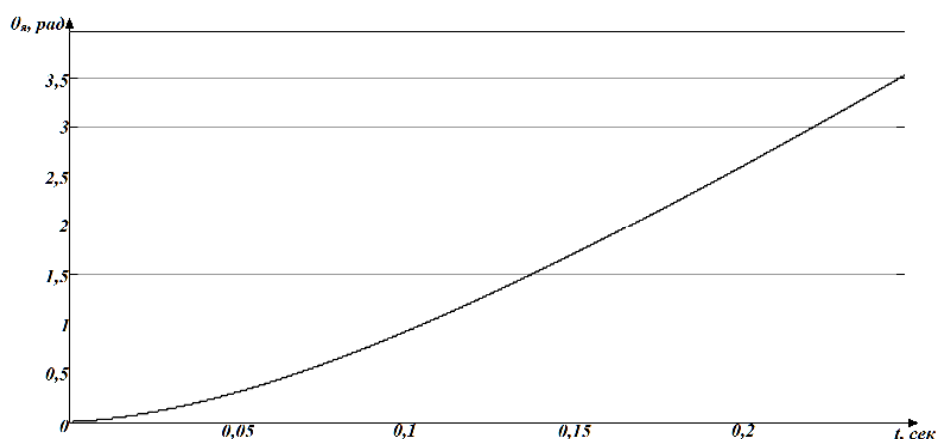


Рис.2 – Пусковая характеристика мотор редуктора GM-37 по  $\theta_{я}$  в опыте холостого хода.

По линейному участку пусковой характеристики рис.2 и уравнению (3) была получена следующая система уравнений

$$\begin{cases} 1,821 = \frac{u_{я}}{k_e}(0,1556 - T); \\ 3,533 = \frac{u_{я}}{k_e}(0,2476 - T). \end{cases} \quad (4)$$

Из которой были найдены значение конструкционного коэффициента  $k_e = 0,422$  (В·с)/рад, и электромеханической постоянной времени  $T = 0,058$  секунд.

Для нахождения значения параметра  $k_m$  в работе был проведен эксперимент, в ходе которого измерялось значение тока якоря  $i_{я}$  при известном нагрузочном моменте  $M_{нагр}$  на валу мотор-редуктора. В данном эксперименте ток якоря измерялся путем измерения напряжения на эталонном шунте, на который была замкнута цепь якоря. Всего было произведено три серии экспериментов с разными значениями момента нагрузки. Полученная в ходе этих экспериментов зависимость  $M(i_{я})$  представлена на рис. 3, а экспериментально полученные данные – в таблице 2.

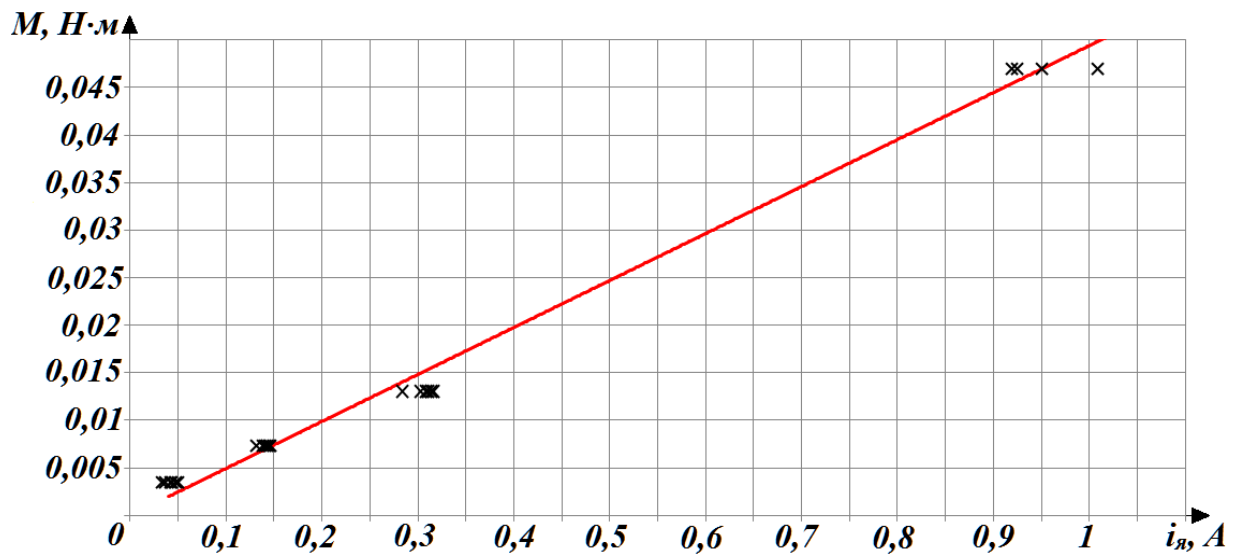


Рис.3 – Зависимость момента от тока в якорной цепи.

Таблица 2 – Экспериментальные данные для определения момента

№	1 эксперимент			2 эксперимент			3 эксперимент			4 эксперимент		
	$M$ , мН	$i_{я}$ , мА	$k_m$ , Н·м/А	$M$ , мН	$i_{я}$ , мА	$k_m$ , Н·м/А	$M$ , мН	$i_{я}$ , мА	$k_m$ , Н·м/А	$M$ , мН	$i_{я}$ , мА	$k_m$ , Н·м/А
1	3,48	50	0.0691	7,31	131,5	0.0555	13,05	310,6	0.0420	46,98	924,9	0.0508
2		47,21	0.0737		142,6	0.0512		283,8	0.046		919	0.0511
3		43,2	0.0806		138,4	0.0528		284	0.0459		1008	0.0466
4		33,3	0.1044		144,6	0.0505		316,3	0.0412		-	-
5		36,3	0.0958		145,9	0.0501		308	0.0424		-	-
6		-	-		-	-		314,1	0.0415		-	-

Среднее		42,1	0.0847		140,6	0.0520		302,8	0.0432		950,9	0.0495
---------	--	------	--------	--	-------	--------	--	-------	--------	--	-------	--------

Коэффициент  $k_m=0,0494$  был определен с помощью обработки экспериментальных данных по четырем сериям экспериментов с помощью метода наименьших квадратов [3].

Зная значение конструктивных коэффициентов  $k_e$  и  $k_m$ , а также постоянной времени  $T$  и сопротивления якорной цепи  $R_a$ , становится возможным по формуле (2) определить момент инерции мотор-редуктора.

$$J_{\Sigma} = \frac{k_m k_e T}{R_a} = \frac{0,0494 \cdot 0,422 \cdot 0,058}{3,3} = 3,664 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (5)$$

Таким образом, все параметры мотор-редукторов GM-37 были определены в ходе аналитической идентификации по пусковым характеристикам. Сравнение зависимости от времени положения вала реального мотор-редуктора и его математической модели (1) при напряжении питания в  $u_a=7,87$  В приведено на рис.4.

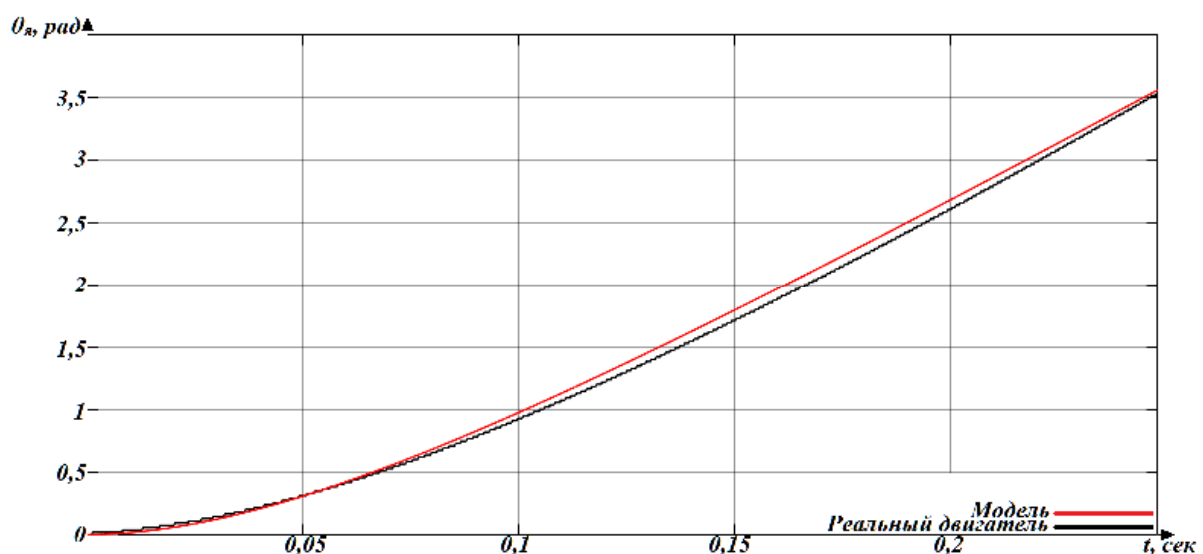


Рис.4 – Изменение положения вала  $\theta_a(t)$  реального мотор-редуктора и его модели.

Положение вала реального мотор-редуктора и модели совпадают с достаточной для построения системы управления балансирующим роботом точностью, следовательно, идентификация параметров мотор-редуктора постоянного тока была произведена верно.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 18-47-310003 p\_a).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Y. Yamamoto, NXTway-GS Model-Based Design-Control of self-balancing two-wheeled

robot built with LEGO Mindstorms NXT. Cybernet Systems Co., Ltd, 2008.

2. Ключев, В.И. Теория электропривода.– М.: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с.

3. Льюнг Л. Идентификация систем: Теория для пользователя. – Наука, 1991. –432 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПРОРЫВА КОРОЧКИ СЛИТКА НА МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК

**Лицин К.В., Жененко А.И.**

*НФ НИТУ «МИСиС», Россия, г. Новотроицк, 83537679617*

*k.litsin@rambler.ru, annazhenenko@gmail.com*

***Аннотация.** В статье представлена проблема образования прорыва затвердевшей оболочки слитка в процессе непрерывной разливки стали. Также рассмотрены причины, которые приводят к данному дефекту, а именно влияние теплового режима работы машины непрерывного литья заготовки (МНЛЗ). Приведен перечень параметров, контролируемых в МНЛЗ автоматически с целью предотвращения прорыва.*

**Ключевые слова:** МНЛЗ; прорыв затвердевшей корочки; кристаллизатор; плотность теплового потока; автоматический контроль параметров МНЛЗ.

## INVESTIGATION OF THE CAUSES OF INGOT CRUST BREAKTHROUGH ON A CONTINUOUS CASTING MACHINE

**Litsin K.V., Zhenenko A.I.**

*NF NUST MISIS, Russia, Novotroitsk, 83537679617309516*

*k.litsin@rambler.ru, annazhenenko@gmail.com*

***Annotation.** The article presents the problem of the formation of a breakthrough in the solidified shell of an ingot during the continuous casting of steel. The reasons that lead to this defect are also considered, namely, the influence of the thermal mode of operation of the continuous casting machine (CCM). The list of parameters controlled in the continuous casting machine automatically in order to prevent a breakthrough is given.*

**Keywords:** CCM; breakthrough of the hardened crust; crystallizer; heat flux density; automatic control of CCM parameters.

### **Введение**

Металлургию, как отрасль промышленности, невозможно представить без такого понятия, как разливка стали. Последнее же, в свою очередь, тесно связано с МНЛЗ, т.е. машиной непрерывного литья заготовки. Подобные установки были введены в эксплуатацию



ещё в начале 60-х годов [1]. Уже в те годы МНЛЗ обладала преимуществами перед классическим способом разливки стали в изложницы.

В настоящее время существует достаточно разновидностей МНЛЗ для получения непрерывнолитых заготовок разных типоразмеров из стали широкого сортамента [2,3].

В качестве примера в таблице 1 приведена МНЛЗ №2, которая находится в эксплуатации на АО «Уральская сталь».

Таблица 1 – Техническая характеристика МНЛЗ №2 (АО «Уральская сталь»).

Расположение технологической оси	криволинейная МНЛЗ
Тип	вертикальная МНЛЗ с изгибом
Количество ручьев	один
Тип отливаемой заготовки	слябы сечением (190,270)×1200 мм
Кристаллизатор	прямой, длина 900 мм
Скорость разливки	(0,25..2) м/мин
Годовая производительность	1000000 т/год

### Постановка проблемы

Несмотря на очевидное развитие, процесс непрерывной разливки стали не дает стопроцентный успешный выход продукта. Различные дефекты отрицательно влияют на работу МНЛЗ в целом: приводят к простою установки и увеличивают время на выполнение ремонтных работ после аварий. Качество получаемой заготовки зависит, в том числе, и от факторов, не имеющих отношения к автоматизации процесса: повышенное содержание серы в химическом составе металла часто приводит к поверхностным и внутренним трещинам, а так же к возможному возникновению аварийной ситуации, связанной с прорывом затвердевшей корочки. Данная проблема обязывает ограничить содержание серы в разливаемой на МНЛЗ стали следующим интервалом: от 0,015 до 0,025% [4].

Стоит отметить, что именно прорыв твердой оболочки слитка является одной из самых распространенных проблем при разливке стали на МНЛЗ. Твердая оболочка (корочка) образуется при поступлении порций жидкого металла в кристаллизатор, который должен обеспечивать максимальный теплоотвод от затвердевшего металла для быстрого формирования прочной оболочки слитка. В противном случае она разрушается под действием ферростатического давления жидкого металла при выходе из кристаллизатора [5].

## Влияние теплового режима работы МНЛЗ

Кристаллизатор работает в двух характерных режимах теплоотдачи: при плотном контакте слитка со стенками и при газовом зазоре при отходе слитка от стенок. В первом режиме тепловой поток уменьшается, во втором режиме происходит разогрев оболочки. Изменение теплового потока описывается эмпирическими зависимостями. Например, при отливке слябов средняя плотность потока для широких граней подчиняется следующей зависимости:

$$q=1,5e^{-1,5\tau}+0.465, \quad (1)$$

где  $\tau$ – время движения рассматриваемого сечения слитка от уровня жидкого металла, мин [5].

Из графика на рисунке 1 видно, что изменение теплового потока происходит в определенной степени при быстром падении температуры поверхности слитка до 800-900 °С и последующем небольшом ее увеличении после образования зазора. Далее температура остается примерно постоянной.

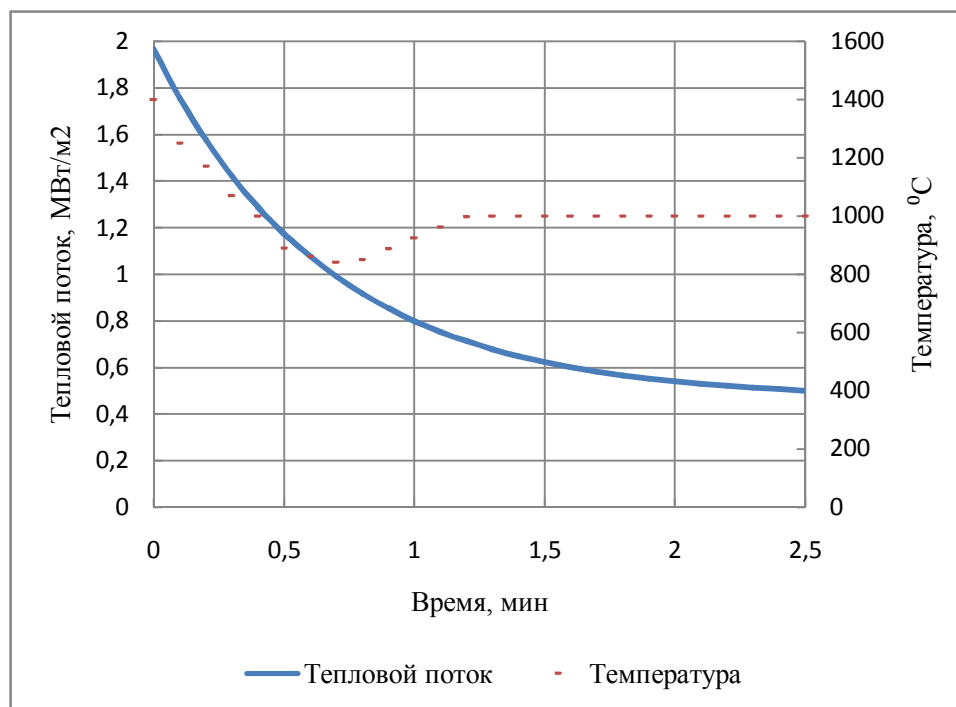


Рис. 1 – Изменение теплового потока  $q$  и температуры  $t$  поверхности слитка со временем

Для получения достаточно прочной и толстой оболочки слитка необходимо отобрать от него определенное количество тепла (величина зависит от марки стали, начальной

температуры металла и сечения заготовки). Это количество можно оценить интегрированием выражения (1) по времени:

$$Q = \int_0^{\tau_a} q d\tau, \quad (2)$$

где  $\tau_a$  – время пребывания металла на активной длине кристаллизатора.

Поддержание величины  $Q$  постоянной осуществляется двумя основными воздействиями: пребыванием металла в кристаллизаторе и интенсивностью охлаждения.

Как правило, управление тепловым режимом определяет и контроль первой стадии кристаллизации. Оно заключается в стабилизации разности между температурой воды на выходе и входе путем изменения ее расхода.

Вторая стадия кристаллизации определяет внутреннюю структуру непрерывного слитка, т.е. его качество [5].

### Автоматизация контроля параметров МНЛЗ

Для предотвращения аварий на МНЛЗ ведется непрерывный автоматический мониторинг. В таблице 2 приведены параметры, контролируемые на МНЛЗ №2, которая находится в эксплуатации на АО «Уральская сталь».

Таблица 2 – Величины, автоматически контролируемые в МНЛЗ №2 (АО «Уральская сталь»).

Величина	Способ контроля	Пределы измерения
1	2	3
Температура металла в сталеразливочном ковше	Пирометр	1500 – 1700 °С
Температура металла в промежуточном ковше	Термопреобразователь термоэлектрический (ТМП 11408)	1480 – 1590 °С
Температура воды в кристаллизаторе	Термометр сопротивления	10 – 60 °С
Температура поверхности слитка в зоне вторичного охлаждения	Пирометр	700 – 1300 °С
Масса металла в промежуточном ковше	Система взвешивания промковша SIWAREX.U	до 25 т
Масса жидкого металла в сталеразливочном ковше	Система взвешивания стальковша SIWAREX.U	до 140 т
Расход воды на охлаждение	Расходомеры	до 3700 л/мин

Скорость вытягивания слитка	Магнитострикционные датчики	0,2 – (1,2..1,7) м/мин
Скорость разливки	Тахогенератор	0,25 – 2 м/мин
Длина слитка	Датчик импульсов и сумматор	3,9 – 5,2 м

### **Заключение**

Прорыв корочки – опасный дефект, появление которого приводит к авариям и остановке производства. Для предотвращения подобных ситуаций прибегают к управлению тепловым режимом, регулируя тепловой поток. Из таблицы 2 видно, что параметры работы МНЛЗ контролируются на всех этапах. А учитывая то, что каждый из параметров разливки влияет и на прорыв корочки в том числе, можно сделать вывод, что для предотвращения аварийной ситуации система контроля должна своевременно и достоверно в каждый момент времени считывать и анализировать информацию, сообщая о возможных диагнозах процесса.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бойченко М. С. Непрерывная разливка стали. — Государственное научно-техническое издательство литературы по чёрной и цветной металлургии. — Москва: Металлургия, 1957. — 560 с.
2. Столяров, Селиванов: Непрерывная разливка стали. Машины непрерывного литья заготовок. Учебное пособие. — Магнитогорск, 2007. — 154 с.
3. Лицин К.В. Разработка частотного электропривода с активной составляющей тока статора устройства подачи смеси / Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Издательство: Тульский государственный университет (Тула). – 2019. – № 9. – С. 602-611.
4. Шаповалов А.Н. Расчет параметров непрерывной разливки стали: Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Разливка стали и специальная металлургия»– Новотроицк, НФ НИТУ «МИСиС», 2013. – 56с
5. Глинков Г.М., Маковский В.А. Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: «Металлургия», 1999, 310 с.

## О АВТОМАТИЧЕСКОМ ВИЗУАЛЬНОМ КОНТРОЛЕ НАЛИЧИЯ ЗУБЬЕВ КОВША ЭКСКАВАТОРА

**Мирошниченко Д.А., Полещенко Д.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
71m0nl33nn@gmail.com , po-dima@yandex.ru

***Аннотация.** В данной статье рассмотрена проблема предприятий горной промышленности, проявляющаяся в виде попадания зубьев экскаваторов в дробильно-размольное оборудование и приводящее к его поломке и как следствие простоя из-за необходимого обслуживания и ремонта. Обусловлена актуальность данной проблемы и предложены подходы её решения, основанные на глубоких нейронных сетях. Описана структура обучающих выборок для соответствующих нейронных сетей.*

**Ключевые слова:** зубья ковша; нейронные сети; дробильно-размольное оборудование.

## ON AUTOMATIC VISUAL INSPECTION OF EXCAVATOR BUCKET TEETH AVAILABILITY

**Miroshnichenko D.A., Poleschenko D.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
71m0nl33nn@gmail.com , po-dima@yandex.ru

***Annotation.** This article discusses the problem of mining enterprises, which manifests itself in the form of excavator teeth getting into crushing and grinding equipment and leading to its breakdown and, as a result, downtime due to the necessary maintenance and repair. The urgency of this problem is determined and approaches to its solution based on deep neural networks are proposed. The structure of training samples for the corresponding neural networks is described.*

**Keywords:** bucket teeth; neural networks; crushing and grinding equipment.

Одной из актуальных проблем предприятий горной промышленности, является потеря зубьев ковша карьерного экскаватора. Актуальность этой задачи обусловлена особенностями технологии добычи полезных ископаемых открытым способом с использованием одноковшовых экскаваторов для выемки и перегрузки горной массы.

Экскаватор осуществляет отделение породы от массива и погрузку её в кузов самосвала, в котором она доставляется к перерабатывающему комплексу. На этом этапе существует риск попадания в массу породы зуба ковша экскаватора, и, если не принять дополнительных мер, то зуб неизбежно окажется в дробилке и вызовет её разрушение. Для устранения таких повреждений потребуется капитальный ремонт дорогостоящего технологического оборудования и его длительный простой.

В связи с этим, на горнодобывающих предприятиях поддерживается комплекс организационных и технических мер, направленных на предупреждение попадания зубьев ковша в дробильно-размольное оборудование. Однако большинство этих мер так или иначе связаны с необходимостью остановки технологического оборудования, простой которого обходятся предприятию крайне дорого. Таким образом, задача раннего обнаружения потери зубьев ковша экскаватора остаётся очень актуальной.

В данной статье рассмотрены два подхода реализации системы автоматического визуального контроля наличия зубьев ковша экскаватора, которая обеспечивает введение непрерывного наблюдения за ковшом, поиск на изображении зубьев, анализ их формы и выдачу оповещений технологическому персоналу. Оба метода основаны на методах машинного обучения, а именно на глубоких свёрточных нейронных сетях.

Первостепенной задачей является выбор и установка видео камеры, необходимой для формирования обучающей выборки и дальнейшего функционирования системы. Выбор видеокамеры обусловлен особенностями ее размещения и требованиями к качеству изображения. Для выполнения функций по назначению камера должна быть установлена в непосредственной близости от головных блоков карьерного экскаватора, поэтому должна выдерживать не только неблагоприятные климатические условия, но тяжелые механические воздействия - сильнейшую вибрацию и тряску. Вместе с этим, качество получаемого изображения должно быть очень высоким, чтобы обеспечить нормальную работу алгоритмов компьютерного зрения.

В данный момент место размещения камеры можно оценить по кадру, представленному на рисунке 1.

Первый подход основан на нейронных сетях сегментации. Рассмотрены сети: UNet, LinkNet, FPN, PSPNet, как самые популярные и хорошо себя зарекомендовавшие. На вход таких сетей поступает кадр определённого размера, а на выходе формируется маска, размера

исходного изображения. На маске определенным цветом выделяются области, положение и форма которых, соответствует положению и форме искомого на исходном кадре объекта. В данный момент идёт подготовка обучающей выборки, не обходимой для определения весовых коэффициентов нейронов сети. На рисунке 2 представлены обучающие примеры, состоящие из входного кадра и ожидаемого выход сети.



Рис. 1 – Кадр с камеры, направленной на ковш экскаватора.

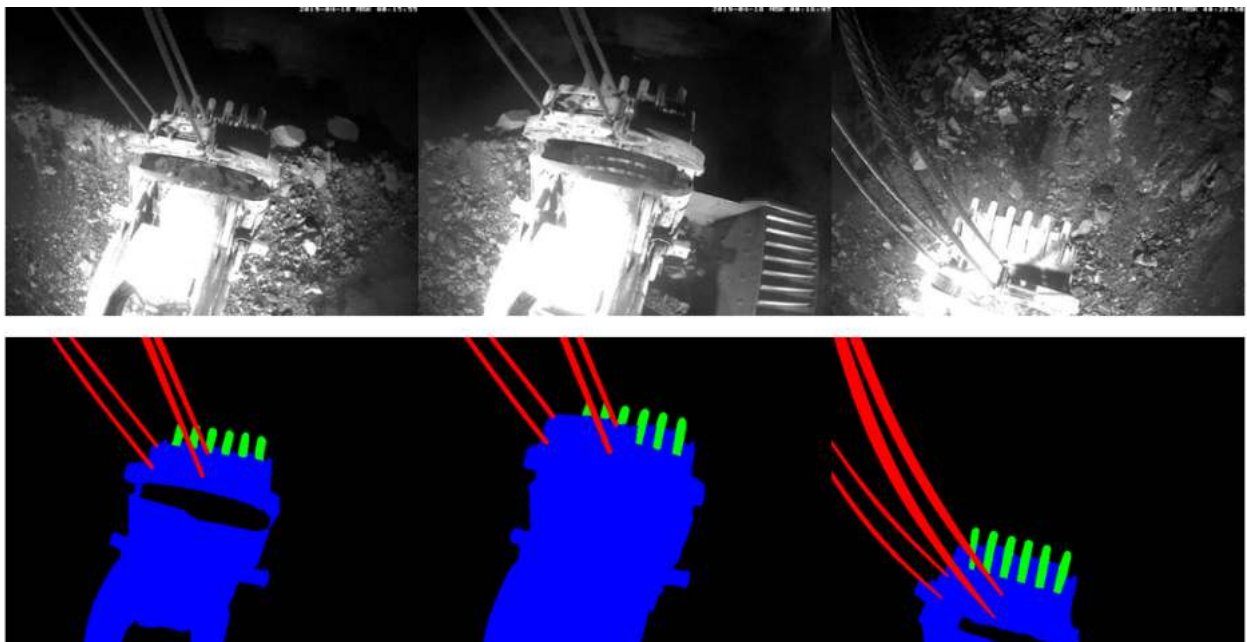


Рис. 2 – Примеры обучающей выборки для сетей сегментации

На них можно заметить, что на масках разными цветами выделены все интересные нас объекты, так что при наложении их положение и форма совпадут. В данном случае красным выделены тросы, синим – ковш, зелёным – зубья и чёрным – фон.

Второй подход основан на использовании сетей YOLO 5 и Faster R-CNN. На выходе такие сети формируют прямоугольники, координаты которых соответствуют координатам искомым на кадре объектов. Примеры, подготавливаемой в данный момент, обучающей выборки представлены на рисунке 3.



Рис. 3 – Примеры обучающей выборки

Заключение: Применение приведённых технологий может показать хороший результат по обнаружению зубьев экскаватора и как следствие возможность оценить степень их износа и момент потери. Так же при не достаточном качестве работы данных методов по отдельности есть возможность построения на их основе каскадных или параллельных структур. Такой подход может дать куда более высокое качество работы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Испытания системы контроля наличия зубьев ковша карьерного экскаватора // Силовые приводы и автоматика URL: <https://pwda.ru/news/dentist-2017> (дата обращения: 07.12.2020).
2. Pyramid Scene Parsing Network // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/1612.01105> (дата обращения: 07.12.2020).
3. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/1505.04597> (дата обращения: 07.12.2020).
4. Feature Pyramid Networks for Object Detection // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/1612.03144> (дата обращения: 07.12.2020).
5. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/1505.04597> (дата обращения: 07.12.2020).
6. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks // arXiv URL: <https://arxiv.org/abs/1506.01497> (дата обращения: 07.12.2020).



7. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection // arXiv URL:  
<https://arxiv.org/abs/1506.02640> (дата обращения: 07.12.2020).

## ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ГРАФИКОВ НАГРУЗОК КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

**Молодых А.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
young\_al@mail.ru*

***Аннотация.** Рассмотрена вероятностная модель формирования графика нагрузок узла карьерной сети, состоящего из нескольких экскаваторов.*

**Ключевые слова:** График нагрузок; карьерный экскаватор; вероятностная модель.

## A PROBABILISTIC MODEL OF THE LOAD CURVES MINING EXCAVATORS

**Molodykh A.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
young\_al@mail.ru*

***Annotation.** A stochastic model of forming a load curve of mine grid node consisting excavators is considered.*

**Keywords:** Load curve; mine excavator; stochastic model.

Нагрузки карьерных потребителей электроэнергии отличаются большим разнообразием. Знание вероятностных характеристик графиков нагрузок часто бывает необходимым для оценки потерь мощности и энергии в элементах карьерной сети [1], построения тепловых моделей проводников с целью их обоснованного выбора, анализа «узких мест» и т. п. Наиболее энергоёмкими потребителями в условиях открытых горных работ являются карьерные экскаваторы. Установленная мощность сетевых двигателей современных карьерных экскаваторов достигает нескольких мегаватт, поэтому их вклад в формирование электрической нагрузки карьера является наиболее весомым. С этой точки зрения полезно рассмотреть особенности формирования графика узла электрической нагрузки, к которому присоединено несколько экскаваторов.

Для нагрузок экскаваторов плотность вероятности тока нагрузки может быть выражена в виде смеси распределений [2]:

$$f(I) = \sum_{j=1}^k \pi_j f_j(I; \theta_j) \quad (1)$$

где:  $f_j$  – плотность распределения  $j$ -й компоненты смеси;

$\pi_j$  – вероятность появления в случайной выборке наблюдения с законом распределения  $f_j(I; \theta_j)$ ;

$\theta_j$  – параметры распределения  $j$ -й компоненты смеси;

$k$  – число компонент смеси.

Подобный вид закона распределения нагрузки объясняется неоднородностью её графика. Существуют три основных режима работы экскаватора:

1. простой (нагрузка полностью отсутствует, сетевой двигатель экскаватора и трансформатор собственных нужд отключены);
2. холостой ход (сетевой двигатель и трансформатор собственных нужд работают, но экскаватор не выполняет никакой полезной работы);
3. полезная работа (погрузка породы на транспорт, либо в отвал).

При этом для первого режима нагрузка равна нулю; а для двух остальных можно предположить нормальность закона распределения нагрузки, исходя из центральной предельной теоремы (совокупное влияние большого числа различных факторов) [3, 4]. Таким образом, можно записать:

$$f(I) = A\delta(I) + B \frac{1}{s' \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(I-M')^2}{2s'^2}} + C \frac{1}{s'' \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(I-M'')^2}{2s''^2}} \quad (2)$$

где:  $M'$ ,  $s'$  – математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение нагрузки в режиме холостого хода;

$M''$ ,  $s''$  – математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение нагрузки в режиме полезной работы;

$A$ ,  $B$ ,  $C$  – коэффициенты, равные соответственно, вероятности простоя экскаватора, холостого хода и полезной работы;

$\delta(I)$  – дельта-функция Дирака

При этом параметры  $M'$ ,  $s'$ ,  $M''$ ,  $s''$  зависят, в основном, от типа экскаватора и могут быть выражены через его установленную мощность, а коэффициенты  $A$ ,  $B$ ,  $C$  обуславливаются технологией работ (типом транспортной системы), и могут быть определены на основании хронометрических замеров, регулярно проводящихся на действующих горных предприятиях.

Для нахождения закона распределения суммарного графика нагрузок группы экскаваторов можно воспользоваться методом характеристических функций, предложенным А. М. Ляпуновым.

Характеристическая функция, соответствующая плотности распределения (2), будет иметь вид:

$$g(t) = A + Be^{M_1'it - \frac{\sigma_1'^2 t^2}{2}} + Ce^{M_2''it - \frac{\sigma_2''^2 t^2}{2}}. \quad (3)$$

Допустим, что к узлу нагрузки подключены два экскаватора, имеющие плотность распределения графика нагрузки вида (2) с различными параметрами:  $M_1', \sigma_1', M_2'', \sigma_2'', A, B, C$ , обозначаемых соответственно с помощью нижних индексов 1 и 2. При этом сделаем допущение о некоррелированности их графиков нагрузок. Помимо этого, необходимо сделать допущение о возможности арифметического суммирования токов нагрузки [12]. В общем случае такое суммирование недопустимо, поскольку электроприёмники работают с различными коэффициентами мощности  $\cos\varphi$ , однако коэффициенты мощности экскаваторов весьма близки к единице, особенно в наиболее существенном режиме полезной работы, что объясняется взаимной компенсацией реактивной мощности синхронного приводного двигателя и трансформатора собственных нужд. Поэтому такое допущение не приведёт к значительному завышению суммарного тока.

Тогда характеристическая функция, соответствующая плотности распределения суммарного графика нагрузки, будет иметь вид:

$$\begin{aligned} g_{\Sigma}(t) = g_1(t)g_2(t) = & A_1A_2 + A_1B_2e^{M_2''it - \frac{\sigma_2''^2 t^2}{2}} + A_1C_2e^{M_2''it - \frac{\sigma_2''^2 t^2}{2}} + \\ & + A_2B_1e^{M_1'it - \frac{\sigma_1'^2 t^2}{2}} + B_1B_2e^{(M_1'+M_2'')it - \frac{(\sigma_1'^2 + \sigma_2''^2)t^2}{2}} + B_1C_2e^{(M_1'+M_2'')it - \frac{(\sigma_1'^2 + \sigma_2''^2)t^2}{2}} + \\ & + C_1A_2e^{M_1'it - \frac{\sigma_1'^2 t^2}{2}} + C_1B_2e^{(M_1'+M_2'')it - \frac{(\sigma_1'^2 + \sigma_2''^2)t^2}{2}} + C_1C_2e^{(M_1'+M_2'')it - \frac{(\sigma_1'^2 + \sigma_2''^2)t^2}{2}} \end{aligned} \quad (4)$$

Применив к (4) обратное Фурье-преобразование, получим искомую плотность распределения суммарного графика нагрузок:

$$\begin{aligned} f_{\Sigma}(I) = & A_1A_2 \delta(I) + A_1B_2 f_{\text{норм}}(M_2'', \sigma_2'') + A_1C_2 f_{\text{норм}}(M_2'', \sigma_2'') + \\ & + A_2B_1 f_{\text{норм}}(M_1', \sigma_1') + B_1B_2 f_{\text{норм}}(M_1' + M_2'', \sigma_1' + \sigma_2'') + \\ & + B_1C_2 f_{\text{норм}}(M_1' + M_2'', \sigma_1' + \sigma_2'') + C_1A_2 f_{\text{норм}}(M_1', \sigma_1') + \\ & + C_1B_2 f_{\text{норм}}(M_1' + M_2'', \sigma_1' + \sigma_2'') + C_1C_2 f_{\text{норм}}(M_1' + M_2'', \sigma_1' + \sigma_2'') \end{aligned} \quad (5)$$

где  $f_{\text{норм}}(M, \sigma)$  – нормальная плотность распределения случайной величины с параметрами  $M$  и  $\sigma$ .

$$f(I) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(I-M)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

Аналогичным образом можно найти плотность распределения суммарного графика нагрузок любого количества экскаваторов.

Предложенная модель формирования графика нагрузок узла карьерной сети позволяет определять вероятностные характеристики группового графика нагрузок по известным характеристикам экскаваторов, подключённых к данному узлу.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камышан Н. Г., Молодых А. В. Минимизация потерь электроэнергии в участковых передвижных комплектных трансформаторных подстанциях горных предприятий // Промышленная энергетика. – 2001. – № 2. – С. 24–28.
2. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное изд. / С. А. Айвазян, И. С. Енюков, Л. Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983.
3. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1969.
4. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.
5. Шидловский А. К., Вагин Г. Я., Куренный Э. Г. Расчёты электрических нагрузок систем электроснабжения промышленных предприятий. – М.: Энергоатомиздат, 1992.

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

**Моторина Н.П.<sup>1</sup>, Тетеревлева Е.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Ухтинский государственный технический университет, РФ, Ухта  
169300, Республика Коми, г. Ухта, Октябрьская, 11; тел.: (8216) 73-86-92

motorina\_np@mail.ru, eteterevleva@ugtu.net

***Аннотация.** Применение ограничителей перенапряжений нелинейных для эффективного снижения частоты отказов от грозовых перенапряжений на воздушной линии передачи получил широкое признание по сравнению с другими мерами молниезащиты. В этой статье представлены такие аспекты, как принцип работы ограничителей перенапряжений нелинейных и эффективность работы в качестве молниезащиты.*

**Ключевые слова:** ограничители перенапряжений нелинейные; воздушные линии электропередачи; грозовые перенапряжения.

## APPLICATION OF NON-LINEAR OVERVOLTAGE LIMITS TO PROTECT AIR POWER LINES

**Motorina N.P.<sup>1</sup>, Teterevleva E.V.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Ukhta State Technical University, Ukhta 169300, Komi Republic, Ukhta, Oktyabrskaya, 11; tel.: (8216) 73-86-92

motorina\_np@mail.ru, eteterevleva@ugtu.net

***Annotation.** The use of nonlinear surge arresters to effectively reduce the failure rate of lightning surge voltages on overhead transmission lines has been widely accepted compared to other lightning protection measures. This article presents aspects such as the principle of operation of non-linear surge arresters and the efficiency of work as lightning protection.*

**Keywords:** non-linear surge arresters; overhead power lines; lightning overvoltage.

Надёжность работы энергосистемы в значительной мере определяется надёжностью работы воздушных линий ВЛ 6-35 кВ. Одной из основных причин аварий и нарушений питания на воздушных линиях являются грозовые перенапряжения, которые составляют от 40% до 70% от общего числа их отключений. Они вызывают повреждения изоляторов, опор, проводов, приводят к замыканиям на землю, дуговым перенапряжениям и автоматическим отключениям.

В России действует два основных нормативных документа в которых описываются мероприятия и указания по защите воздушных линий от перенапряжений: «Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений» и «Методические указания по применению ограничителей в электрических сетях 110-750кВ».

Для уменьшения количества аварий связанных с грозовыми перенапряжениями используются методы, которые включают в себя улучшение уровня изоляции линии, снижение сопротивления заземления, уменьшение угла защиты и т. д. Однако способ, связанный с улучшением уровня изоляции линии, заметно увеличивает стоимость линии, а уменьшить сопротивление заземления бывает чрезвычайно трудно в областях с высоким удельным сопротивлением почвы. В то же время способ уменьшения угла защиты часто ограничен конструкцией опор. Опыт эксплуатации показал, что до сих пор не существует очень хороших мер предупреждения и значительного снижения количества грозовых аварий на линиях электропередачи, расположенных на сложной холмистой местности и в районах с высоким удельным сопротивлением почвы. Поэтому в некоторых странах с 1980 года на воздушных линиях электропередачи в качестве меры по уменьшению аварий от грозовых перенапряжений предусматривается установка ограничителей перенапряжений нелинейных на основе оксида цинка. В США и Японии данные ограничители перенапряжения также успешно применялись на воздушных линиях электропередачи. Опыт эксплуатации доказал, что использование ограничителей перенапряжений нелинейных для защиты от грозовых перенапряжений в областях с высоким удельным сопротивлением почвы может эффективно улучшить уровень грозостойкости воздушных линий.

Оснащение ограничителей перенапряжений нелинейных искровыми промежутками позволяет исключить воздействие на ограничитель рабочего напряжения промышленной частоты и воздействие коммутационных перенапряжений (искровые промежутки настраивают так, чтобы они не срабатывали при коммутационных перенапряжениях). Когда молния непосредственно поражает опору, часть тока молнии протекает через заземляющий провод к соседней опоре, другая часть молнии течет в землю через опору, сопротивление заземления опор проявляется переходной характеристикой сопротивления, это обычно характеризуется по сопротивлению импульсного заземления. Электрический потенциал

траверсы быстро увеличивается при ударе молнии в опору, его значение потенциала равно [1]:

$$V_t = iR_i + L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

Здесь,  $i$  - ток молнии,  $R_i$ - импульсное сопротивление заземления,  $L \frac{di}{dt}$  - составляющая переходного состояния.

Когда разность потенциалов траверсы ( $V_t$ ) и линейного индуцированного потенциала ( $V_l$ ) составляет более 50% напряжения разряда изоляционной гирлянды ( $U_{50\%}$ ),  $V_t - V_l = U_{50\%}$ , перекрытие будет происходить от траверсы к линии. Если учесть амплитуду напряжения промышленной частоты ( $U_m$ ), то она составит  $V_t - V_l - U_m = U_{50\%}$ .

Таким образом, уровень устойчивости к ударам молнии связан с четырьмя важными факторами, такими как 50%-ное напряжение разряда гирлянды изоляторов, ток молнии, контактный заземляющий провод и сопротивление импульсного заземления опоры.

Снижение сопротивления заземления опоры является основной мерой по повышению уровня грозостойкости воздушной линии электропередачи без использования ограничителей перенапряжения для защиты от перенапряжений. В частности, очень сложно снизить сопротивление заземления в горах, что приводит к частым отключениям воздушной линии при ударах молнии. Ограничитель перенапряжения устанавливается параллельно изолятору. Когда в линию передачи попадает молния, часть тока молнии протекает через заземляющий провод к соседней опоре, другая часть тока молнии течет в землю через опору. Когда ток молнии превышает значение срабатывания ограничителя перенапряжения, ток будет течь через ограничитель. После протекания тока молнии, ток постоянной частоты, протекающий через ограничитель, составляет только уровень в несколько мА, ограничитель отключит постоянный ток частоты при первом переходе через ноль, поэтому электрическая прочность диэлектрика быстро восстановится.

Таким образом, ограничитель перенапряжения для защиты от грозового перенапряжения играет важную роль в удержании потенциала, предотвращая пробоя изолирующей гирлянды, тем самым достигая цели, предотвращающей аварию линии передач от молнии.

Линия напряжением 35кВ относится к сети среднего напряжения и является одной из самых распространенных в России. Распределительная сеть имеет низкий уровень изоляции и сложную сеть конструкции, также нет заземляющего провода, муфты заземления, ограничителей и других защитных мер. Так что, отключение воздушной линии может быть легко вызвана прямым попаданием молнии или индукционной молнией в период гроз.



Уровень грозоустойчивости линий электропередачи – это важные показатели для измерения эффекта защиты от молнии, это касается размера опоры, импульсного сопротивления заземления, количества изоляторов, типа изоляторов, местности вокруг опоры, эксплуатации и уровня обслуживания и так далее.

Когда в линию передачи попадает молния, ток молнии течет через провода в обе стороны от опоры. До отраженного формирования волны, соотношение напряжения и тока линии представляет собой характеристический импеданс  $Z$ . Импеданс воздушной линии при атмосферном перенапряжении равно почти 400 Ом.

Когда поражается линия передачи от молнии, ток молнии  $I$ , который вызывает перекрытие колонны изолятора будет равен [1]:

$$I = U_{50\%} / 100 \quad (2)$$

Здесь,  $U_{50\%}$  - это величина 50% разрядного напряжения гирлянды изолятора.

Напряжение пробоя трех изоляторов составляет обычно  $117,36 \times 3 = 352,08$  кВ.

Ток молнии в этом случае, который вызывает перекрытие гирлянды изолятора, составляет 3,52кА.

В соответствии с амплитудой тока молнии формула накопительной вероятности будет равна [1]:

$$\lg P = -I / 88 \quad (3)$$

Здесь,  $I$  - амплитуда тока молнии кА;  $P$  - вероятность того, что амплитуда тока молнии превышает  $I$ .

С помощью этой формулы получим вероятность  $P = 91\%$ , это означает, что с вероятностью в 91% молния вызовет отключение линии, если линия будет поражена молнией.

Согласно нормативной документации, когда разряд молнии попадет в землю на расстоянии не более 65 метров от воздушной линии, то в ней будет генерироваться напряжение [2]. Максимальное значение индуцированного напряжения может быть рассчитано следующим образом [1]:

$$U_g = 25 \frac{I \cdot H_c}{S} \quad (4)$$

Здесь,  $U_g$  - максимальное напряжение от молнии, кВ;  $I$  - амплитуда тока молнии (обычно не более 100), кА;  $H_c$  – средняя высота троса, м;  $S$  - расстояние между молнией и проводом, м.

В соответствии с формулой перенапряжение вызванное молнией пропорционально средней высоте воздушной линии. Наведенное напряжение обычно не более 300 кВ, однако,

легко может произойти пробой изолятора из-за наведенного напряжения в распределительной сети 35 кВ и ниже [3].

Вывод. Обеспечение молниезащиты линии электропередачи при помощи ОПН получило широкое признание относительно других мер молниезащиты. Особенно ограничители перенапряжения могут значительно уменьшить угрозу возникновения аварии от грозовых перенапряжений на линиях электропередачи в сложной местности и зонах с высоким удельным сопротивлением грунта. В настоящее время промышленность стремительно развивается. Большое количество линий вводится каждый год, увеличение длины воздушных линий увеличивает вероятность поражения молнией. С точки зрения технической экономики, не на все опоры можно установить ограничители перенапряжений, поэтому мы предлагаем выборочно устанавливать ограничители перенапряжений в тех местах, где наиболее высока вероятность поражения воздушной линии молнией. При этом установка большого количества ограничителей в определенной степени усложняет обслуживание воздушной линии, поэтому необходимо строго контролировать количество устанавливаемых ограничителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. – 320 с. –ISBN 5-9221-0082-3.
2. РД 153-34.3-35.125-99. Руководство по защите электрических сетей 6-1150 кВ от грозовых и внутренних перенапряжений/Под научной редакцией Н.Н.Тиходеева. –2-е изд. –СПб: ПЭИПК Минтопэнерго РФ, 1999. –355 с.
3. Базуткин В.В., Кадомская К.П., Костенко М.В., Михайлов Ю.А. Перенапряжения в электрических системах и защита от них. Учебник для вузов. –СПб.: Энергоатомиздат, Санкт-Петербургское отделение, 1995. –320 с. –ISBN 5-283-04423-8.

## К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СОВМЕЩЕННОЙ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 110/10 И 110/6 КВ

**Моторина Н.П.<sup>1</sup>, Тетеревлева Е.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Ухтинский государственный технический университет, РФ, Ухта

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, 11; тел.: (8216) 73-86-92

motorina.np@misis.ru, eteterevleva@ugtu.net

**Аннотация.** Реконструкция совмещённой тяговой подстанции должна обеспечить увеличение технологической добычи и транспортировки рудных материалов при сохранении надёжности схемы подстанции; увеличить число отходящих линий на 10 кВ за счёт введения двух секций №5 и №6; заменить устаревшее электрооборудование и поставить более мощное современное; установить микропроцессорную релейную защиту и автоматику.

**Ключевые слова:** Подстанция; схемы; электрооборудование; реконструкция подстанции.

## ON THE ISSUE OF RECONSTRUCTION OF THE ELECTRIC PART OF A COMBINED 110/10 AND 110/6 KV TRACTION SUBSTATION

**Motorina N.P., Teterleva E.V.**

<sup>1</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Ukhta State Technical University, Ukhta 169300, Komi Republic, Ukhta, Oktyabrskaya, 11; tel.: (8216) 73-86-92

motorina.np@misis.ru, eteterevleva@ugtu.net

**Annotation.** The reconstruction of the combined traction substation should ensure an increase in technological production and transportation of ore materials while maintaining the reliability of the substation scheme; increase the number of outgoing lines by 10 kV by introducing two sections No. 5 and No. 6; replace outdated electrical equipment and supply more powerful modern ones; install microprocessor relay protection and automation.

**Keywords:** Substation; circuitry; electricians; reconstruction of substation.

На Стойленском горно-обогатительном комбинате планируется увеличить добычу и транспортировку неокисленных железистых кварцитов. На начало года производство кварцитов планировалось увеличить до 36,8 млн.т./год. Работа основного оборудования комбината и транспортной системы напрямую зависит от бесперебойной работы системы электроснабжения предприятия в целом и питающих подстанций, в частности. Совмещенная тяговая подстанция №5 110/10 кВ и 110/6 кВ расположена на территории карьера ОАО «Стойленский ГОК». Запитана подстанция воздушными линиями 110 кВ от ячеек 19 и 21 подстанции «Старый Оскол-500» (рис.1). Трансформаторы 3Т и 4Т на стороне 6 кВ питают секции 3, 4. Параллельная работа трансформаторов на 6 кВ допускается на кратковременный промежуток до 10 минут при переключениях по переводу нагрузки от одного трансформатора на другой. На линиях установлены коммутационные аппараты для эксплуатационных включений и отключений, отключений при аварийных и ненормальных режимах, отсоединений аппаратов от сети или сборных шин при ремонтах.

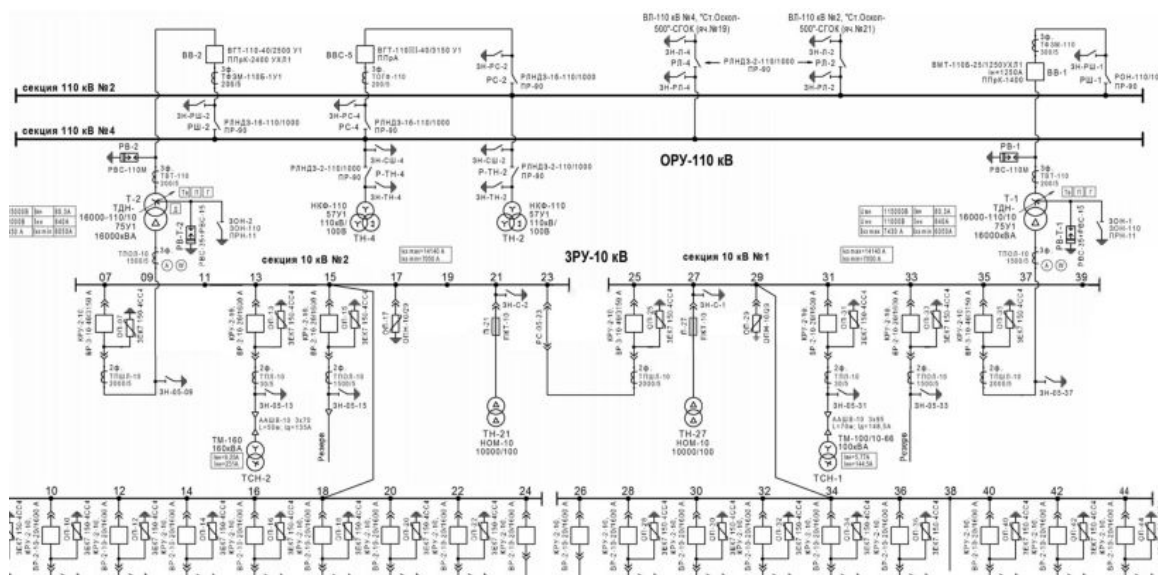


Рис.1 – Существующая схема ОРУ 110 кВ и ЗРУ 10 кВ

Коммутация силовых выключателей состоит из включения и отключения рабочих токов и отключения токов аварийных коротких замыканий. Разъединители снимают напряжение без нагрузки. Между выключателями и разъединителями установлена механическая и электромагнитная блокировка отключения разъединителя при включенном выключателе.

Для защиты от грозových или внутренних перенапряжений на стороне 110 кВ применены разрядники. Измерение токов и напряжений в высоковольтных электроустановках обеспечивают трансформаторы тока и напряжения.

Схема закрытого распределительного устройства 10 кВ с двумя системами шин и секционным выключателем. Применяется раздельная работа секций для ограничения токов короткого замыкания. Для обеспечения питания собственных нужд подстанции установлены два трансформатора по 160 кВА мощностью, присоединенные к первой и второй секциям 10 кВ. Распределение электроэнергии от подстанции выполнено кабельными линиями. Часть электрооборудования выработало свой ресурс.

Реконструкция совмещённой тяговой подстанции должна обеспечить увеличение технологической добычи и транспортировки рудных материалов при сохранении надёжности схемы подстанции. Увеличение отходящих линий на 10 кВ будет за счёт введения двух секций №5 и №6 (рис. 2). Установленные трансформаторы 1Т и 2Т типа ТДН 16000/110/10 кВ заменены на более мощные типа ТРДН 32000/110 с расщеплённой обмоткой низшего напряжения, что одновременно снижает токи короткого замыкания схемы. Взамен масляных выключателей на стороне 110 кВ установлены элегазовые выключатели типа ВГТ 110 и заменены разрядники на ОПН-110/88/10/2. Выполнен выбор ошиновки 110 кВ – провод АС-240/39 и трансформаторы тока 110 кВ в цепях воздушных линий и трансформаторов – ТОГФ 110 [1].

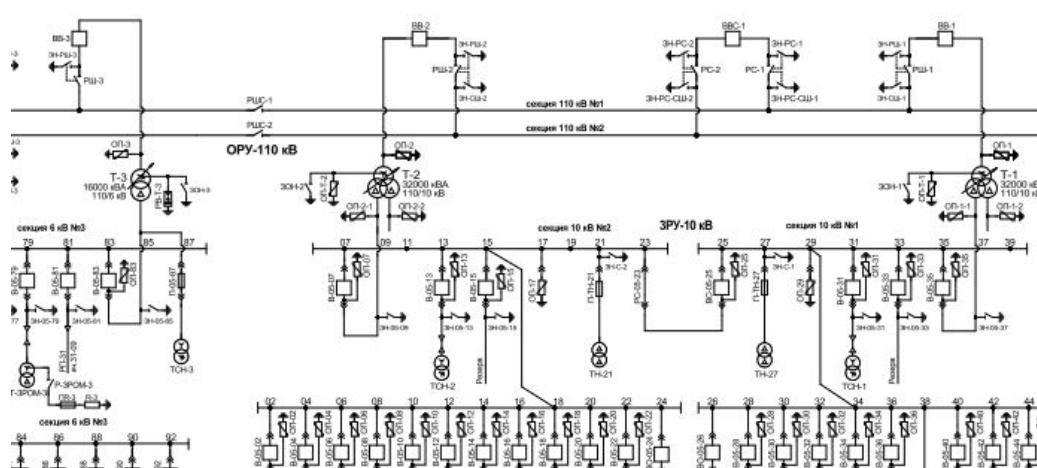


Рис. 2 – Фрагмент схемы ОРУ 110 кВ и ЗРУ 10 кВ после реконструкции

Существующее закрытое распределительное устройство 10 кВ расширяется дополнительными двумя секциями шин № 5 и № 6. На напряжение 10 кВ проведен выбор: токопровода; сборных шин; кабеля для питания вводимых трансформаторов собственных нужд ТСН-1 и ТСН-2; выключателей ВВУ СЭЩ-П-10-31,5/1600; трансформаторов тока в

цепи силовых трансформаторов, в цепи отходящих линий и секционного выключателя; устройств компенсации реактивной мощности (рис.2) [1,2] .

Микропроцессорные устройства ЗАО «Радиус Автоматика» являются современными устройствами защиты, управления и противоаварийной автоматики и представляют собой комбинированные многофункциональные устройства, объединяющие различные функции защиты, измерения, контроля, автоматики, местного и дистанционного управления. Для управления, автоматики и защиты элементов схем на 110, 10 и 6 кВ применены шкафы серии ШЭРА в составе нетипового щита управления с мнемосхемой. На них установлены цифровые измерительные приборы, световые коммутаторные лампы, ключи управления разъединителями и выключателями на 6-10-110 кВ. Шкафы управления, защиты и автоматики оборудования 6-10-110 кВ установлены в здании ОПУ №1 с возможностью расширения.

Например, для управления и защиты силового трансформатора Т4 используется шкаф 1Р ШЭРА-Т-4002, состоящий из четырёх комплектов:

- комплект основной защиты двухобмоточного трансформатора – «Сириус-Т»;
- комплект резервной защиты трансформатора и управления выключателем 110 кВ – «Сириус-УВ»;
- комплект защит и автоматики ввода 6 кВ – «Сириус-2-В»;
- комплект регулирования напряжения под нагрузкой – «Сириус-2-РН».

Аналогично используются шкафы для секционных выключателей; для организации цепей сигнализации; линейных выключателей; линий; организации цепей напряжения 110 кВ; регулирования напряжения под нагрузкой, защиты и управления секционным выключателем; организации цепей питания оперативной блокировки и управления системой оперативной блокировки разъединителей. Уменьшить электромагнитное излучение и повысить электромагнитную совместимость цифровой аппаратуры позволит экранированный кабель с негорючей изоляцией.

На напряжении 110 кВ организованы две независимые цепи отключения при управлении вводами по принципу ближнего резервирования, чтобы отказ в работе одной цепи (обрыв, неисправность катушки отключения, отказ в действии промежуточного реле, блокировки при снижении напряжения) резервировался другой цепью отключения.

Расчётные капитальные затраты на реконструкцию составили 37003,73 тыс.руб.

Вывод: Реконструкция электрической части тяговой подстанции 110/10 и 110/6 кВ затратное по сумме капиталовложений мероприятие. Однако, благодаря ему, возможно увеличение технологической добычи рудного сырья и транспортировке его потребителям в увеличенном объеме. Технические решения по реконструкции совмещенной подстанции

повысят надёжность электроснабжения объектов «Стойленского горно-обогатительного комбината», узлов железнодорожного транспорта и создадут возможность увеличения числа отходящих линий.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы./ Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – М.: Энергоатомиздат, 2009.–608с.
2. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича.- 3-еизд., перераб. и доп. –М.: ЭНАС, 2009.-391 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НАДЕЖНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Основина О.Н.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
osnovin72@mail.ru*

***Аннотация.** Надежностно-ориентированное техническое обслуживание (НОТО), представляющее процесс определения и выбора стратегии и политики предупреждения отказов, в дальнейшем должно быть направлено на результативное обеспечение требуемой безопасности, готовности и экономичной эксплуатации основных производственных фондов. В статье рассматривается возможность реализации процесса НОТО с помощью агентно-ориентированного подхода, что представляет собой комплексную программу, включающую как процесс анализа, так и планирование и реализацию предварительных и последующих действий, необходимых для обеспечения требуемых результатов по поддержке эксплуатации.*

**Ключевые слова:** Надежностно-ориентированное техническое обслуживание; агентно-ориентированный подход; база знаний.

## APPLYING AN AGENT-BASED APPROACH TO IMPLEMENT RELIABILITY-BASED MAINTENANCE

**Osnovina O.N.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
osnovin72@mail.ru*

***Annotation.** Reliability-oriented maintenance (NOTO), which is the process of defining and selecting a failure prevention strategy and policy, should be further aimed at effectively ensuring the required safety, availability and economical operation of fixed assets. The article discusses the possibility of implementing the NOTO process using an agent-based approach, which is a comprehensive program that includes both the analysis process and the planning and*



*implementation of preliminary and subsequent actions necessary to ensure the required results for operation support.*

**Keywords:** Reliability-oriented maintenance; agent-based approach; knowledge base.

В настоящее время производственные программы по обеспечению надежности эксплуатируемого оборудования разрабатываются для своевременного предупреждения потери его работоспособности. Применение НОТО является одним из самых перспективных современных методов обеспечения поддержки эксплуатации производственных фондов на отечественных предприятиях. Наибольшая производительность достигается в случаях, когда анализ эксплуатационной надежности нацелен на предупреждение или ослабление последствий отказов, имеющих серьезные последствия безопасности, экономичности и результативности использования материальных активов предприятия [1].

Упрощенная форма принятия решений согласно методике НОТО изображена на рисунке 1.

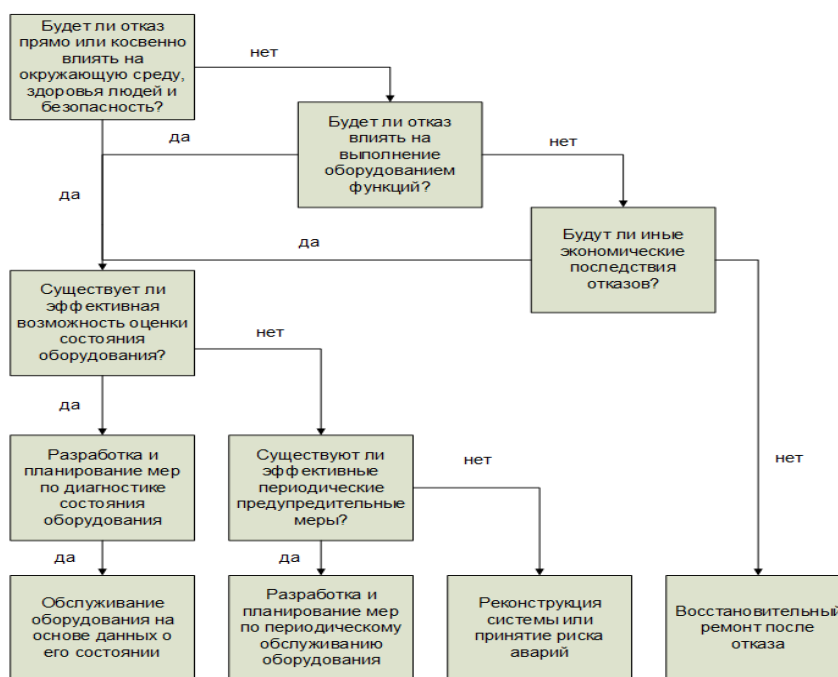


Рис. 2– Упрощенная диаграмма принятия решений в процессе НОТО

НОТО представляет собой комплексную программу, включающую в себя не только процесс анализа, но и предварительные и последующие действия, необходимые для обеспечения требуемых результатов. Например, для комплексного решения таких задач процесса НОТО, как «Анализ функциональных отказов» и «Выбор задач поддержки эксплуатации оборудования», необходимо принять решение по следующим аспектам поддержки эксплуатации рассматриваемых объектов (техники, оборудования и т.д.):

- определить условия эксплуатации объекта, его функции и параметры производительности;
- определить, что является функциональным отказом для каждой функции объекта;
- определить возможные причины функционального отказа;
- определить возможные последствия и критичность отказа;
- определить состав и периодичность плановых работ для предсказания или предупреждения отказа.

Важной составляющей при принятии решений являются разнородные знания, наработанные по результатам предыдущей деятельности и результатам анализа накопленной информации. В настоящее время эти знания законсервированы в головах отдельных категорий персонала и совершенно не доступны другим [2]. Необходимость привлечения и обработки для реализации НОТО разнородных знаний и, соответственно, разнопрофильных специалистов, требует использования распределенной технологии, как наиболее естественной.

Для разработки методического и информационного обеспечения процесса НОТО лучше всего, по мнению автора, подходит архитектура распределенной системы искусственного интеллекта, выполненная по агентно-ориентированной технологии.

В качестве примера концептуального моделирования предметной области представлена UML-диаграмма декомпозиции одного из прецедентов «Анализ функциональных отказов» (Рис. 2).



Рис. 2 – UML-диаграмма декомпозиции прецедента «Анализ функциональных отказов»

Агент по оборудованию аккумулирует все знания по эксплуатируемому оборудованию и выполняет следующие функции:

- комплексный анализ и принятие решений по обеспечению поддержки эксплуатации конкретной единицы оборудования;
- взаимодействие с Агентом по надёжности;

– поддержка базы знаний об оборудовании и внесение в нее необходимых изменений.

Агент по надежности анализирует результаты мониторинга/диагностики/испытаний; оценивает критичность отказов с целью назначения приоритетов ремонтных работ; пересматривает стратегии ТОиР с учетом динамики нарушения работоспособности, анализа причин отказов, оценки текущего технического состояния, условий и режимов эксплуатации оборудования; оптимизирует методы ремонта и участвует в организации работ по увеличению срока службы оборудования.

Разработанная структура Агента по оборудованию представлена на рис. 3. Для обеспечения реализации агентом назначенных функций выступают специальные устройства, реализованные как отдельные модули. В частности, базовые модули Агента по оборудованию:

- модуль управления связи – включает описание протоколов коммуникации Агента по оборудованию с Агентом по надежности. Осуществляет отправку и прием сообщений;

- подсистема восприятия – представляет состав сенсоров и датчиков, воспринимающие воздействия внешней среды. Далее информация отправляется в подсистему уплотнения потока данных, где осуществляется привычная обработка полученной информации, заключающаяся в выявлении различных отклонений во внешней среде;

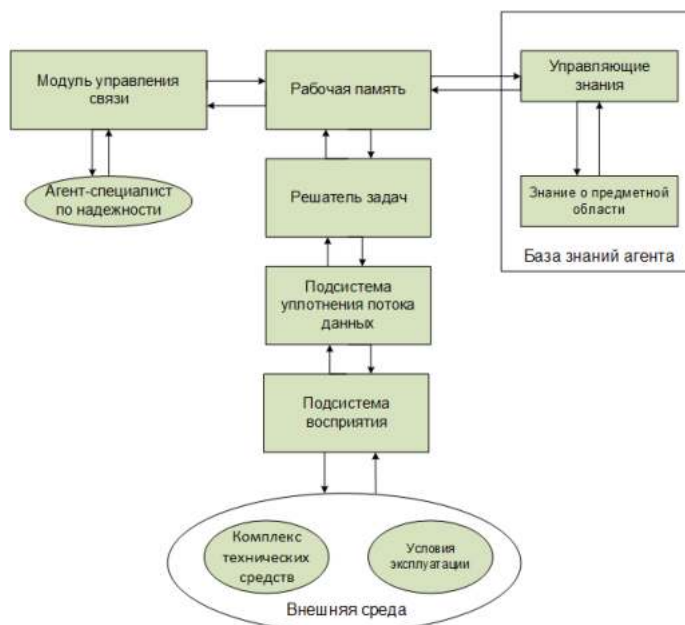


Рис. 3 – Структурная модель агента по оборудованию

- решатель задач – получает информацию из Подсистемы восприятия, объединяет и обрабатывает разнородные данные. Также позволяет осуществить оценку технического состояния оборудования, а также прогнозирование возможных отказов и неисправностей;

- рабочая память предназначена для хранения временных данных, полученных от Решателя, Базы знаний агента или же Модуля управления связи. Здесь содержится информация о целях, о текущих задачах, входящие и исходящие сообщения;

- база знаний (БЗ) агента служит для хранения всех без исключения знаний, полученных в процессе его агента, имеет двухуровневую структуру: знания о предметной области включают: граничные значения технологических параметров каждого объекта; допустимые интервалы эксплуатационных параметров, при которых оборудование должно сохранять работоспособность; проектные оценки показателей надежности; возможные виды отказов; выполняемые функции и т.д. Обычно эта область базы знаний может быть неполной при первоначальном ее формировании и накапливается во время эксплуатации, при модернизации и замене объектов. Помимо этого, в процессе эксплуатации информация, хранящаяся на нижнем уровне БЗ, может периодически изменяться, но предметные знания не содержат какой-либо информации о том, как их следует использовать.

Управляющие знания выступают в форме общих правил поведения, а также правил добавления и модификации знаний предметной области.

Поведение агента по оборудованию можно представить в виде кортежа:

$$Ag_{\text{агент по оборудованию}} = \{C, E, R, ACT, P, W, K\}, (1)$$

где  $C$  – множество сенсоров;  $E$  – множество моделей среды функционирования агента;  $R$  – множество связей агента со средой, при этом:

$$R = \{R_i, R_e\}, (2)$$

где  $R_i$  – базовые отношения между агентами,  $R_e$  – связи агентов с внешней средой;  $ACT$  – множество действий агента, которые нужно выполнить.

Простое множество действий может быть задано в виде:

$$ACT = \{\text{начать, закончить, оценить, выделить, обновить, выявить}\}. (3)$$

$P$  – множество коммуникативных актов, образующих протокол коммуникации Агента по оборудованию с Агентом по надежности.

$$P = \{COM, SRT, \pi\}, (4)$$

где  $COM$  – множество коммуникативных действий агента-специалиста по оборудованию;  $SRT$  – множество стратегий взаимодействия;  $\pi$  – протоколы взаимодействия. Протокол взаимодействия представляет собой правила, управляющий взаимодействием. Для его определения помимо типов взаимодействия агентов необходимо задать множество возможных состояний, возможные действия агентов и стратегии взаимодействия.

Простое множество действий агента может быть задано в виде:

$$COM = \{\text{объявить, сообщить, предложить, принять, отвергнуть}\}. (5)$$

*W* - рабочая база данных агента (нижний уровень базы знаний, содержащий знания о предметной области); *K*- модель представления знаний агента о решаемой им задаче.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Информационные технологии в управлении предприятием [Электронный ресурс]. URL: <http://www.intuit.ru/studies/courses/4115/1230/lecture/24081>

2. Аксенов К.А. Системы поддержки принятия решений. В 2ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / К.А. Аксенов, Н.В. Гончарова; под науч. ред. Л.Г. Дороминского. –М.: Издательство Юрайт, 2018 – 103 с. – (Серия: Университеты России)

## О ПРИМЕНЕНИИ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ДПТ

**Петров В.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
petrov.va@misis.ru*

***Аннотация.** В статье рассматривается построение модели системы модального управления электроприводом постоянного тока в программном пакете Matlab Simulink.*

**Ключевые слова:** Модальное управление; электропривод постоянного тока.

## ON THE APPLICATION OF MODAL CONTROL IN DC DRIVE SYSTEM

**PetrovV.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
petrov.va@misis.ru*

***Annotation.** The article deals with the construction of a model of a modal control system for a DC electric drive in the Matlab Simulink software package.*

**Keywords:** Modal control; DC electric drive.

При реализации модального управления систему замыкают по максимальному числу координат электропривода. Это позволяет придать характеристическому полиному желаемые свойства, например, время переходного процесса и перерегулирование.

Модель системы модального регулирования, реализованная в MatlabSimulink, приведена на рис. 1. Для этой системы:  $U_{DC}=23$ ,  $k\Phi=2.4$ ,  $J=0.25$  кг·м<sup>2</sup>,  $L_{я}=0.0234$  Гн,  $R_{я}=1.13$  Ом,  $\tau=0.16$ .

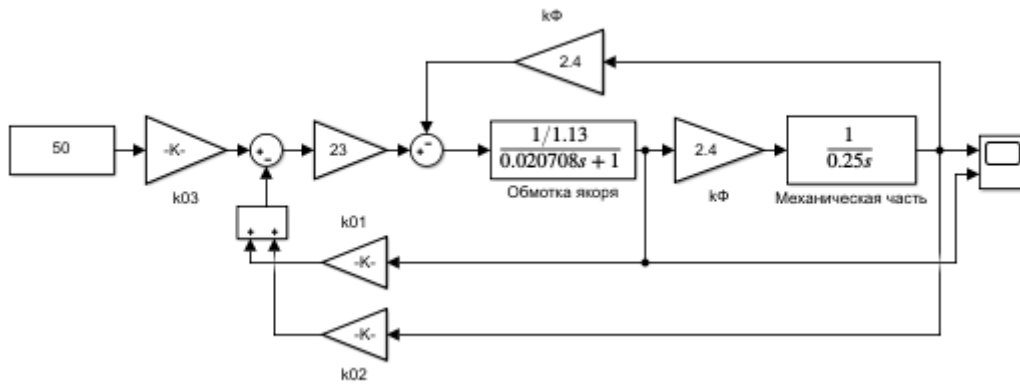


Рис. 1 – Модель электропривода постоянного тока с модальным регулятором.

Коэффициенты модального регулятора рассчитаны (1-3) с учетом заданного времени переходного процесса ( $t_{пп}=1$  с) и перерегулирования ( $\sigma=0$  %).

$$k_{01} = \frac{2 \cdot T_{я} \cdot T_M \cdot \omega_{\sigma}^2 - 1}{\frac{U_{DC}}{R_{я}}} \quad (1)$$

$$k_{02} = \frac{T_{я} \cdot T_M \cdot \omega_{\sigma}^2 - 1}{\frac{U_{DC}}{k\Phi}} \quad (2)$$

$$k_{03} = \frac{k\Phi}{U_{DC}} + k_{02} \quad (2)$$

На рис. 2 приведены графики работы системы с модальным регулятором.

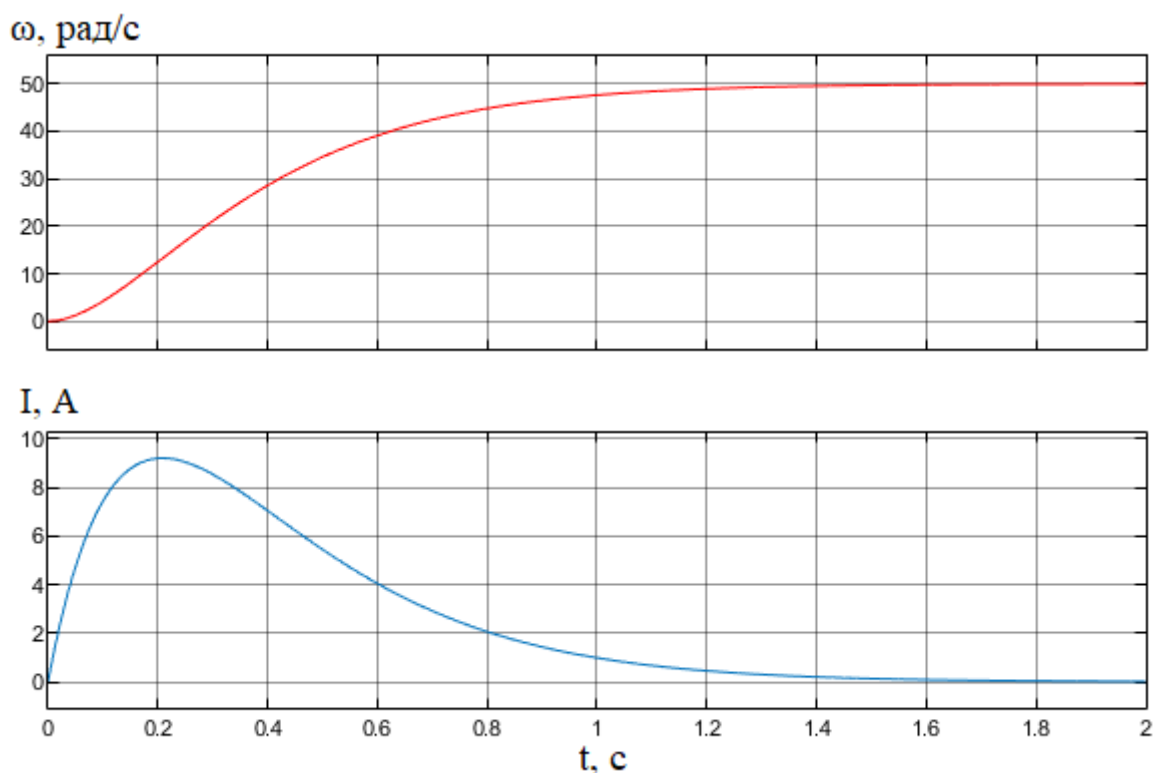


Рис. 2 – графики работы системы с модальным регулятором

Из результатов эксперимента видно, что система модального управления позволяет двигателю выйти на заданную скорость за указанное время. Однако, главным недостатком подобного регулирования является отсутствие ограничителей тока, что недопустимо в реальных системах электроприводов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2015. — 373. с.: ил.



## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СТУДИИ СОВРЕМЕННОЙ ХОРЕОГРАФИИ «A-STYLE-EXTRIMDANCEFAMILY»

**Рябых К.А., Симонова А.Г.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
k.ryabych1310@gmail.ru, anna\_simonova@list.ru*

***Аннотация.** В данное время у каждого человека вся информация постоянно под рукой – в компьютере, ноутбуке или телефоне. Данный факт влияет на все сферы. Так для школы танцев можно создать информационную систему с необходимым функционалом как для родителей, детей, так и для хореографов, руководителей. В статье рассматривается процесс автоматизации хранения информации об учащихся и регистрации оплаты занятий Студии современной хореографии «A-STYLE-extrimdancefamily». Определяются группы пользователей и описывается функционал системы при помощи диаграммы деятельности языка UML.*

**Ключевые слова:** Информационная система; диаграмма деятельности.

## DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED INFORMATION SYSTEM FOR THE MODERN CHOREOGRAPHY STUDIO "A-STYLE-EXTRIMDANCEFAMILY»

**Ryabych K.A., Simonova A.G.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
k.ryabych1310@gmail.ru, anna\_simonova@list.ru*

***Annotation.** At this time, each person has all the information constantly at hand – in a computer, laptop or phone. This fact affects all areas. So for a dance school, you can create an information system with the necessary functionality for both parents and children, as well as for choreographers and managers. The article discusses the process of automating the storage of information about students and registering payment for classes of the modern choreography Studio "A-STYLE-extrimdancefamily". User groups are defined and the system functionality is described using the UML activity diagram.*

**Keywords:** Information system; activity diagram.

Старооскольская местная детско-юношеская общественная организация «Федерация современного танцевального спорта «Модерн» существует с 2008 года. и располагается на базе МАОУ «СПШ №33» [1].

Организация успешно открыла Студию современной хореографии «A-STYLE-extrimdancefamily».

Основным направлением деятельности организации является обучение детей искусству танца. Возраст детей ограничен – от 2,5 до 18 лет. Разный возраст ребенка требует разного подхода к обучению. Так же от возраста зависит количество детей в одной группе. Чем меньше возраст ребенка, тем меньше человек будет в группе. Возраст влияет и на количество часов в неделю. Дети школьного возраста и старше занимаются 4,5-6 часов в неделю, детям возрастом от 2,5 до 7 лет отводится 3 часа в неделю.

Студия современной хореографии имеет следующие недостатки:

1. На данный момент все сведения об учащихся хранятся в бумажном виде. Основная информация о студии хранится на сайте-визитке, который редко обновляется. Кроме того, не существует централизованного хранения результатов с выступлений. Фото и видео со всех выступлений хранятся в социальной сети «ВКонтакте» в группе данной организации. Однако осуществлять поиск нужного видео и фото достаточно сложно, так как количество фотографий превышает 13 тысяч, а количество видео составляет более 240. Это является недостатком для родителей учащихся, которые не могут самостоятельно записывать видео на всех выступлениях своих детей.

2. Начиная со второго года обучения в студии у каждого ребенка имеется ряд наград, которые он получил на соревнованиях. Однако все грамоты за групповые выступления хранятся в месте проведения занятий, так как грамота выдается одна на группу. Дети могут для личных портфолио иметь только копию.

3. В студии имеется установленное расписание, которое подлежит корректировке, так как в дни занятий могут быть соревнования, из-за которых хореограф может отсутствовать. В связи с этим некоторые родители могут быть не оповещены о переносе занятия, что является еще одним недостатком существующей организации.

4. Студия современной хореографии является частной и предоставляет платные услуги. Существует оплата за каждое занятие и приобретение абонемента на месяц. Стоимость одного занятия одинакова для всех групп. Так же есть льготы для семей, где два или более ребенка посещают студию. Многодетным семьям и семьям, потерявшим кормильца, так же предоставляются скидки. На данный момент сбор денежных средств за

занятия производят сами хореографы, что значительно усложняет их работу. Так же иногда приходится задерживать тренировку, чтобы наверстать упущенное время, которое было потрачено на оплату занятий. Кроме того, оплата производится только наличными, что не всегда удобно родителям [2].

Исходя из анализа данной организации, разработка автоматизированной информационной системы (далее - АИС) является актуальной задачей. В разрабатываемой АИС будет иметься возможность регистрации, оплаты за занятия и хранения разнообразной информации о каждом учащемся студии и результатах конкурсных выступлений.

Система будет иметь вид сайта, который смогут посещать все пользователи сети «Интернет». На этой странице будет располагаться некоторая информация, которая описывает деятельность студии современной хореографии. Доступ в личный кабинет будет осуществляться с этой же страницы.

Определим группы пользователей ИС и функциональность системы [3].

1. Руководитель. Доступные пункты меню:
  - ученики (просмотр, добавление)
  - хореографы (просмотр, добавление)
  - расписание (просмотр, изменение, добавление)
  - соревнования (просмотр)
  - личная информация (просмотр, изменение)
2. Хореограф. Доступные пункты меню:
  - ученики (просмотр)
  - расписание (просмотр, изменение)
  - соревнования (просмотр, изменение, добавление)
  - личная информация (просмотр, изменение)
3. Ученик/родитель. Доступные пункты меню:
  - расписание (просмотр)
  - соревнования (просмотр)
  - оплата (просмотр, оплатить)
  - личная информация (просмотр, изменение)

На рис. 1 изображена диаграмма деятельности будущей системы в соответствии с определенной функциональностью.

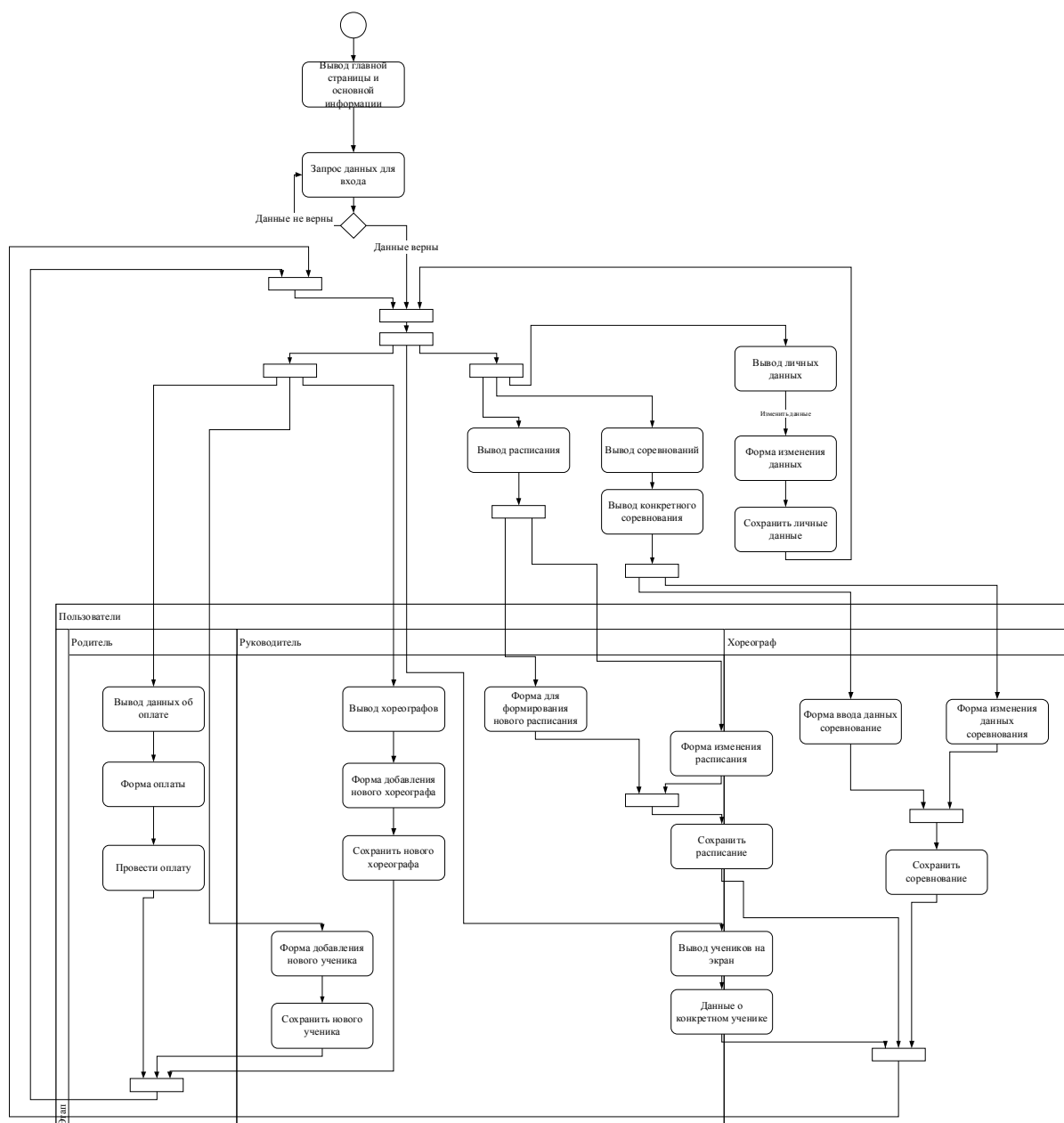


Рис. 1 – Диаграмма деятельности АИС для Студии современной хореографии A-STYLE-extrimdancefamily

Войти в личный кабинет могут только зарегистрированные пользователи. Всем пользователям сети Интернет будет доступен только просмотр главной страницы системы. Регистрацию хореографов и учеников проводит руководитель студии.

Главная страница будет иметь одностраничный вид. Будут присутствовать кнопки навигации по разделам данной страницы. На этой странице будет располагаться основная информация о студии современной хореографии. Посетив эту страницу любой пользователь сети Интернет будет ознакомлен с деятельностью студии.

После успешной авторизации пользователям доступны пункты меню. Некоторые пункты меню и операции являются уникальными для каждой группы пользователей, а некоторые доступны всем. Например, страница с расписанием доступна всем, однако создать

новое расписание может только руководитель, а редактировать расписание имеют возможность руководитель и хореограф. Данные об оплате доступны только родителям/ученикам, соответствующие функции доступны этой же группе пользователей.

Диаграмма деятельности наглядно характеризует работу будущей АИС и определяет возможности системы [4].

Можно сделать вывод о том, что создание АИС для Студии современной хореографии «A-STYLE-extrimdancefamily» является актуальной задачей. Спроектированная информационная система будет доступна пользователям в любое время, является понятной для разных возрастных групп и имеет разграничение групп пользователей. Разработанный функционал содержит достаточно функций для оптимизации работы организации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юридическая информация о Старооскольской местной детско-юношеской общественной организации «Федерация современного танцевального спорта «Модерн» и выписка из ЕГРЮЛ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rusprofile.ru/id/1715000/>, свободный (Дата обращения 05.12.2020)
2. Официальный сайт Студия современной хореографии «A-Style-extrimdancefamily» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://a-style-dance.ru/>, свободный – (Дата обращения 20.02.2020)
3. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Основы проектирования информационных систем. Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2015 – 206 с.: ил.
4. Остроух А.В., Суркова Н.Е. Проектирование информационных систем: Монография. – СПб.: Издательство «Лань», 2019. – 164 с.: ил.

## О РАЗВЕРТЫВАНИИ ПАЙПЛАЙНОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ В DOCKER

**Соловьев А.Ю.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
solovyov.anton@gmail.com

***Аннотация.** В процессе работы аналитиков данных часто возникает задача в автоматизации аналитических процессов. Как правило автоматизация такого процесса сводится к написанию скриптов ETL либо использование крупных ETL-сред, которые либо обладают большой стоимостью, либо сложны в настройке. В качестве альтернативного решения предлагается использовать docker-контейнеры с целью изоляции пайплайнов. а также возможностью их запуска на любой платформе.*

**Ключевые слова:** Контейнеры; виртуализация операционных систем; администрирование; анализ данных; ETL.

## ABOUT DEPLOYING DATA ANALYSIS PIPELINES IN DOCKER

**Solovev A.Y.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
solovyov.anton@gmail.com

***Annotation.** In the process of data analysts' work, a task often arises in the automation of analytical processes. As a rule, the automation of such a process boils down to writing ETL scripts or using large ETL environments, which are either expensive or difficult to configure. As an alternative solution, it is proposed to use docker containers in order to isolate pipelines, as well as the ability to run them on any platform.*

**Keywords:** Containers; virtualization of operating systems; administration; data analysis; ETL.

Рассмотрим типовой ETL-процесс, представленный на рисунке 1.

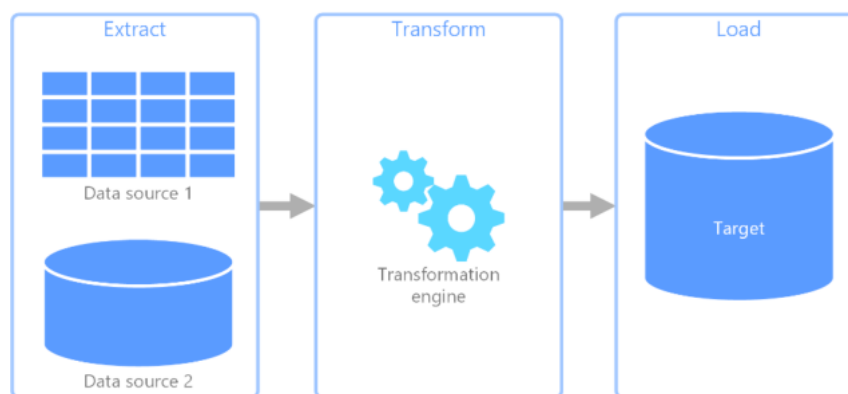


Рис.1 – ETL-процесс

Как видим, происходит три стадии:

1. Извлечение – из любого источника данных выгружаются «сырые» данные
2. Трансформация – «сырые» данные обрабатываются (группируются, агрегируются, делаются срезы и т.д.) Обработка данных может быть различной в зависимости от целей аналитика данных
3. Загрузка – обработанные данные отправляются в витрины данных, системы BI-аналитики, в другие подразделения и т.д.

Чаще всего эти три стадии цикличны, особенно с постоянно меняющимися данными.

Зачастую, чтобы автоматизировать подобный процесс пишутся ETL-скрипты или пайплайны, которые запускаются по расписанию с нужными параметрами.

Такая схема работы достаточно универсальная и имеет ряд преимуществ, а именно:

- Простота реализации и администрирования
- Быстродействие

Однако, при всех своих плюсах данная схема имеет ряд недостатков:

- Зависимость от окружения – так как скрипт ETL запускается на компьютере аналитика, то при изменении окружения или обновления библиотек в компании, возможна ситуация, когда скрипт не запустится или будет работать с ошибками
  - Невозможность переноса на другую платформу - первый недостаток плавно перетекает во второй, так как при переносе пайплайна на другой компьютер или другую операционную систему, возможны дополнительные действия связанные с установкой окружения или модификацией самого скрипта.
  - Небезопасность – пайплайн запускается на компьютере аналитика, на котором установлено различное программное обеспечение, которое может конфликтовать с работающим скриптом.
  - Автоматическое обновление – зачастую работает «против» пользователя, внося некорректные изменения в работу пайплайнов.

Все эти недостатки приводят к тому, что подобные пайплайны должны быть изолированы и запускаться независимо от окружения или компьютера.

В качестве решения, лежащего на поверхности, напрашивается виртуализация в ее классическом понимании. Но такая схема требует больших вычислительных мощностей, а также она не обладает должной гибкостью, так как на другом компьютере понадобится опять разворачивать виртуальную машину с нужным окружением.

Для решения подобной проблемы предлагается технология Docker.

В техническом плане Docker чем-то похож на виртуальную машину:

Docker - это движок, который запускает виртуальную операционную систему, имеющую чрезвычайно маленький вес (в отличие полноценных виртуальных операционных систем Docker, имеет особые образы ПО, запускающиеся в виртуальной среде, не создавая полную копию операционной системы).

Docker позволяет запустить ОС Linux в изолированной среде очень быстро, в течение нескольких минут.

На рисунке 2. приведена обобщенная схема работы Docker

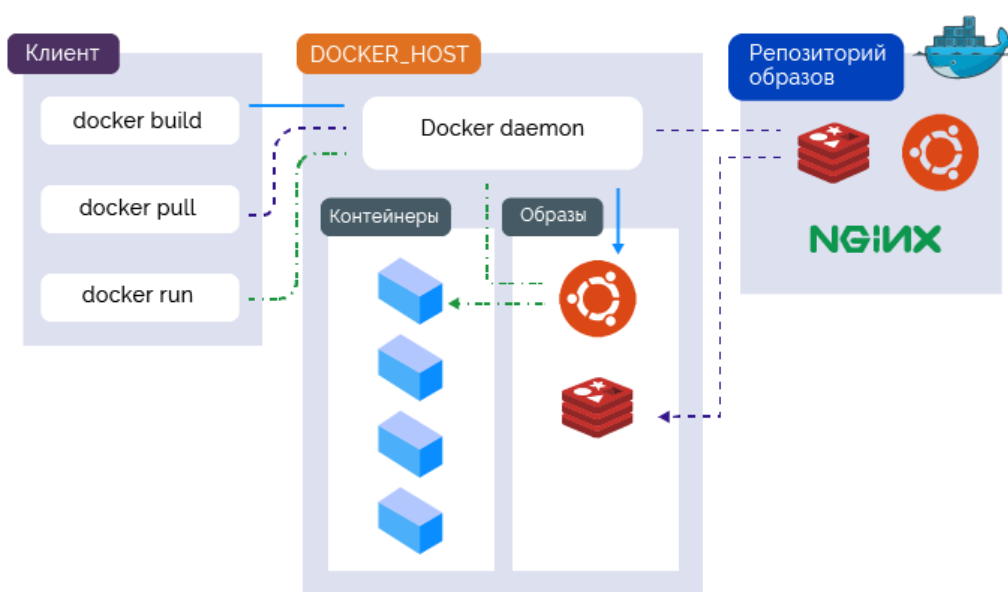


Рис.2 – Схема работы Docker

Концепция Docker заключается в том, что каждая программа, используемая пайплайном, будет запускаться в изолированном контейнере, в котором разработчик настраивает нужные зависимости и окружения. Все что нужно он описывает в соответствующем Dockerfile, потом, строит образ контейнера. Когда же кто-то (пайплайн или другой пользователь) захочет воспользоваться данной программой с данными зависимостями, он просто качает нужный образ создает у себя на компьютере нужный контейнер.



Как видим, такая схема работы обладает большей гибкостью, безопасностью, легкостью администрирования и скоростью развертки, а также независимостью от операционной системы и окружения

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Официальная документация Docker [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.docker.com> (дата обращения: 10.12.2020).
2. Биоинформатический пайплайн с использованием Docker [Электронный ресурс] // URL: <https://habr.com/ru/post/346184/> (дата обращения: 10.12.2020).

## О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НАНЕСЕНИЯ МАРКИРОВКИ

**Фирсов О.А., Петров В.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
oleg.firsov.1997@mail.ru , petrov.va@misis.ru*

***Аннотация.** Настоящей целью данного проекта является разработка нейросетевой системы контроля качества нанесения маркировки на продукцию массового потребления, с целью повышения конкурентоспособности производства. Продукт представляет собой аппаратно-программный комплекс, позволяющий оценивать читаемость маркировки в рамках различных производственных процессов на производстве. Следует отметить, что предлагаемый продукт позволит выявлять брак маркировки и сигнализировать о нем. Это позволит не допустить на рынок товаром с «нечитаемой» маркировкой.*

**Ключевые слова:** Машинное зрение; нейронный сети; маркировка; контроль качества.

## PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF A NEURAL NETWORK SYSTEM FOR QUALITY CONTROL OF MARKING

**Firsov O.A., Petrov V.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
oleg.firsov.1997@mail.ru , petrov.va@misis.ru*

***Annotation.** The direct target of this project is the development of a neural network quality control system for labeling mass-consumption products, to increase the competitiveness of companies. The product is the hardware and software system which can rate the readability of products marking during different production process. Moreover, this system can detect any marking defects and make an alarm about that. It will prevent products with "unreadable" markings from entering the market*

**Keywords:** Machine vision; neural network; labeling; quality control

В настоящее время в Российской Федерации действует закон об обязательной маркировке. Начиная с января 2019 года, стал действителен указ N488-ФЗ на некоторые виды табачного производства. В 2020 году нормы ужесточили. Например, согласно ст. 15.12 КоАП, продажа, перевозка и производство табачной продукции, лекарств и обуви без маркировки влечёт штраф от 5 до 10 тысяч рублей (для предпринимателя). Для компании эти суммы будут выше — от 50 до 300 тысяч рублей. Также все немаркированные изделия будут конфискованы. По поручению правительства к 2024 году должна быть создана сквозная система нанесения уникальных кодов [1,2].

Кроме машиночитаемых кодов (штрих-коды, datamatrix-коды, QR-коды и т.д.) довольно большая часть продукции в своей маркировке имеет информацию, предназначенную для чтения человеком. Несмотря на различные способы нанесения информации, такие как механическая, термическая, лазерная, термотрансферная, каплеструйная маркировки, возможно нарушение технологии. Подобное нарушение зачастую может привести к «не читаемости» человеком нанесенной информации, например: смазыванию, неполному выдавливанию, нанесению неверных символов, повреждению упаковки

Для проверки машиночитаемой информации на рынке существует множество решений, а проблема контроля качества человекочитаемой информации до сих пор остается актуальной. В данном проекте предлагается использование системы машинного зрения для контроля качества наносимой маркировки.

В результате анализа рынка были выделены следующие кампании, занимающиеся разработкой машинного зрения с существующими решениями:

1) Камеры и модули на базе камер компании Basler со встраиваемыми системами технологии машинного зрения. Обладают упрощенной системой интеграции и способностью быстро ввести в эксплуатацию в кратчайшие сроки. Однако, отмечается низкий уровень технической помощи, в связи с малой популярностью на российском рынке, а также сложность в эксплуатации оборудования.

2) Cognex – компания, занимающаяся системами машинного зрения. Из недостатков можно выделить относительную дороговизну, а также слабую техническую поддержку, ввиду невысокой популярности на российском рынке;

3) Системы машинного зрения от компании ISRA VISION не имеют полных условий для адаптации и поддержки потребителей Российского рынка.

Также другие, с аналогичной деятельностью компании, такие как: KEYENCE CORPORATION, OmronAdeptTechnologies, Inc., FAROTechnologies, Inc,

MatroxElectronicSystemsLtd, MVTecSoftwareGmbH, NationalInstrumentsCorporation, Pick-itN.V., RoboticVISIONTechnologies, SICKAG, TeledyneTechnologies, Inc, TORDIVELAS, VisioNerf, YaskawaMotoman, не имеют никакой поддержки российского потребителя, либо же не имеют комплексных решений рассматриваемой проблемы.

На российском же рынке существуют две компании, занимающихся технологиями машинного зрения, для решаемой задачи – это компания MALLENOM SYSTEM и компания MultiSystem Integration. Их промышленные решения направлены на считывания специальных кодов, а системы направленные на чтение человекочитаемой маркировки находятся в разработке, по данным их официальных сайтов

Преимуществами предлагаемой технологии являются:

- Контроль качества нанесенных товарных знаков
- Повышение уровни автоматизации нанесения товарных знаков
- Моментальная индикация нарушений
- Снижение уровня ошибок на производстве

Система позволит считывать информацию, такую как: наименование компании, логотип, адрес, телефон, заголовки значений, служебные символы, наименование продукции, значение веса, дату, а также другую важную информацию.

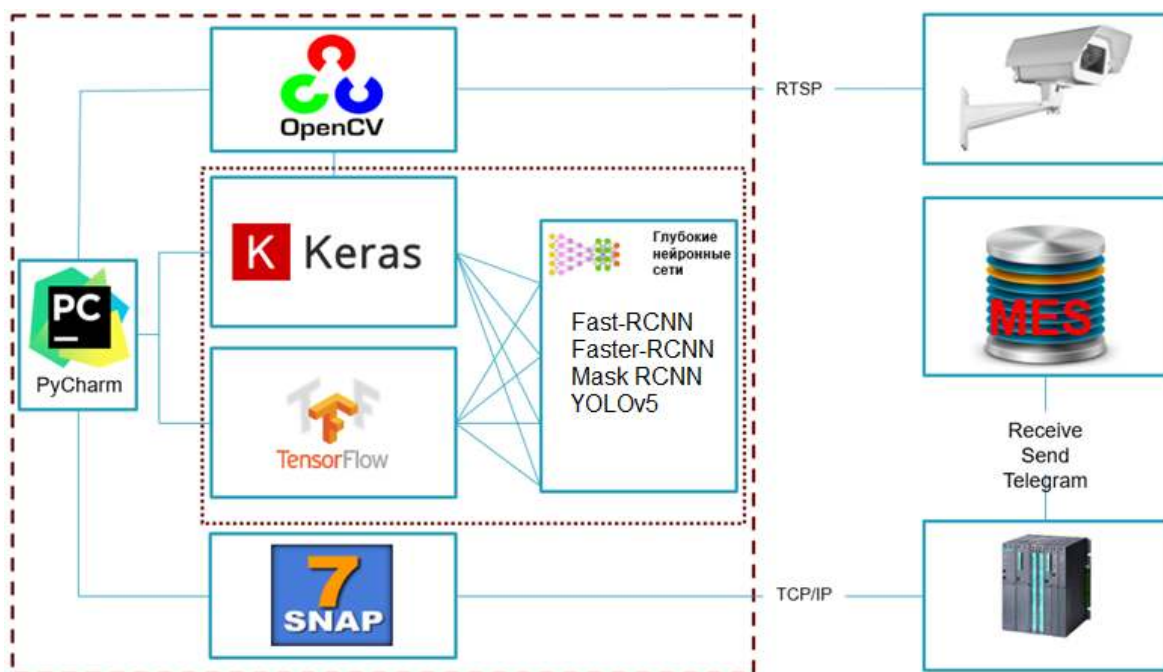


Рис. 1 – Архитектура предлагаемого решения

Предлагаемая в данном проекте технология предполагает, что картинка с камеры будет поступать на компьютер, на котором будет производится распознавание того, что на ней изображено.

Предварительная обработка изображения будет осуществляться в пакете OpenCV, который позволяет изменять различные параметры изображения.

На компьютере работает программа, написанная на языке Python, а в качестве среды разработки предполагается использовать Python Charm.

Сама программа должна уметь распознавать изображение, с помощью нейронных сетей. Для этого ее необходимо обучить с нуля. Для построения архитектуры нейронной сети можно воспользоваться готовыми библиотеками. Представленные библиотека с нейронными сетями содержат готовые архитектуры, которые хорошо себя зарекомендовали в распознавании объектов на изображении.

Для реализации нейронных сетей используются библиотека TensorFlow. Библиотека Keras же предоставляет интерфейс, служащий для удобного доступа в Tensorflow.

Сеть выдает вероятность того на сколько она уверена в предоставляемом примере. Обучение предполагается проводить, моделируя правильные и неправильные ситуации. Необходимо свыше тысячи примеров для полного обучения нейронной сети. При обучении если сеть выдает плохие результаты, то архитектуру необходимо изменить. Камера должна находится под правильным углом. Скорость работы должна соотносится со скоростью конвейера (выхватывать изображение, делать фото так быстро, что бы оно было не смазано). Для тестирования системы в лабораторных условиях, также необходимо разработать специальный стенд, состоящий из конвейера и автоматического маркиратора. Так же следует учитывать, что для обучения нейронной сети необходимо использовать более мощный компьютер, нежели для дальнейшей автономной работы системы.

Написанное приложение позволит выхватывать кадры с видео камеры (по сигналу), а затем эти кадры сохранять обрабатывать анализировать размечать. Однако это требует определенного времени, которое зависит от скорости работы конвейера, количества продукции (выборки) и сложности маркировки.

Полученную цифру (вероятность уверенности) о качестве нанесенной маркировке необходимо контроллеру (АСУ) или компьютеру. Для передачи данных контроллеру необходимо, так же воспользоваться соответствующей библиотекой. В данном случае предполагается использование контроллера фирмы SiemensS7-300 и подходящую для него специальную библиотеку Snap-7 [3].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 31.12.2017 № 487-ФЗ "О внесении изменений в статью 4-7 Федерального закона "О применении контрольно-кассовой техники при осуществлении наличных денежных расчетов и (или) расчетов с использованием электронных средств платежа" и статьи 5 и 8 Федерального закона "Об основах государственного регулирования торговой деятельности в Российской Федерации", 2017
2. Федеральный закон о внесении изменений в федеральный закон "Об основах государственного регулирования торговой деятельности в российской федерации" и статьи 4.4 и 4.5 федерального закона "о применении контрольно-кассовой техники при осуществлении расчетов в Российской Федерации", 2018
3. Полещенко Д. А., Зорин И. С. Нейросетевая идентификация клейма заготовок СПЦ-1 АО «ОЭМК» //Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2020. – №. 6. – С. 32-39.

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА

**Халапян С.Ю., Анпилов А.О.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
khalapyan@yandex.ru , alexandr7432@rambler.ru

**Аннотация.** Основной задачей данного исследования является разработка математической модели дискового вакуум-фильтра, необходимой для настройки разработанной ранее системы автоматического управления процессом обезвоживания железорудного концентрата на основе экстремально-нечёткого регулятора с использованием нейросетевого модуля косвенной оценки влажности и массы осадка .

**Ключевые слова:** железорудный концентрат; дисковый вакуум-фильтр; обезвоживание; производительность; автоматическая система управления.

## DEVELOPMENT OF A DISK VACUUM FILTER MATHEMATICAL MODEL

**Khalapyan S.Y., Anpilov A.O.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
khalapyan@yandex.ru , alexandr7432@rambler.ru

**Annotation.** The main objective of this research is development of a disk vacuum filter mathematical model. It is necessary for setting up a previously developed system for automatic control of the iron ore concentrate dewatering process based on an extremely fuzzy controller using a neural network module for indirect assessment of humidity and mass of sediment.

**Keywords:** iron ore concentrate; disk vacuum filter; dehydration; efficiency; automatic control system.

Фильтрация - один из способов обезвоживания материала до необходимой влажности. В технологическом процессе обезвоживания железорудного концентрата в большинстве случаев применяются дисковые вакуум-фильтры. Качество протекания данного процесса

влияет на производительность передела, себестоимость и пригодность выходного продукта к дальнейшей переработке [1].

Целью данной работы является повышение производительности процесса обезвоживания железорудного концентрата. Это будет достигаться за счёт увеличения производительности каждого дискового вакуум-фильтра. При этом необходимо выполнить следующее условие: влажность выходного продукта должна быть стабилизирована на необходимом уровне.

На основе работ [2] - [8] была разработана система автоматического управления процессом фильтрации железорудного концентрата на основе экстремально-нечёткого регулирования с использованием нейросетевого модуля косвенной оценки влажности и массы осадка. В состав данной системы управления входят следующие контуры регулирования: средней удельной производительности вакуум-фильтров, влажности осадка, плотности и уровня пульпы в пульподелителе, уровня пульпы в ванне вакуум-фильтра, 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. Величину и направление шага изменения заданий и моменты переключения между контурами вычисляет многопараметрический экстремально-нечёткий регулятор [9].

В данном исследовании была построена математическая модель разработанной системы управления процессом обезвоживания железорудного концентрата для её отладки и проведения экспериментов необходима модель объекта управления (дискового вакуум-фильтра). Так как точных зависимостей между частотой вращения дисков, плотностью пульпы, величиной разрежения, влажностью и массой осадка и вибрации в вакуум - системе фильтра при анализе литературных источников не было обнаружено, было принято решение для создания модели объекта управления использовать аппарат нейронных сетей [10]-[11], обладающих свойством выявления зависимостей.

Для создания модели объекта управления было решено использовать многослойную нейронную сеть, имеющую 2 входных нейрона (частота вращения дисков и плотность пульпы) и 3 выходных нейрона (величина давления разрежения и амплитуды вибрации в двух точках ресивера) с линейной функцией активации. В ходе оптимизации структуры нейронной сети, было получено оптимальное число нейронов в данном слое равное 7 и



функция активации "гиперболический тангенс". Структура нейронной сети, реализующей модель объекта управления, представлена на рис. 1.

Полученная нейронная сеть была обучена на обучающей выборке, состоящей из 30 точек и 2 переменных: частота вращения дисков и плотность пульпы.

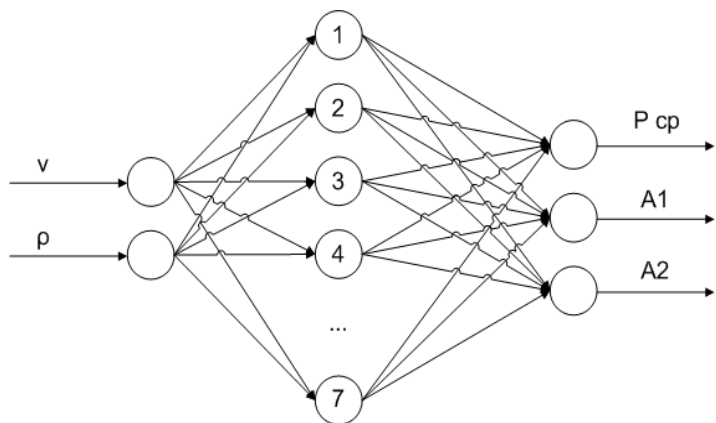


Рис.1 – Структура нейронной сети, реализующей модель объекта управления

Для проверки адекватности работы полученной нейронной сети на её входы была подана тестовая выборка, состоящая из 10 точек, не входящих в обучающую выборку. Тестовая выборка приведена на рис. 2. Результаты, полученные при данном тестировании приведены на рис. 3.

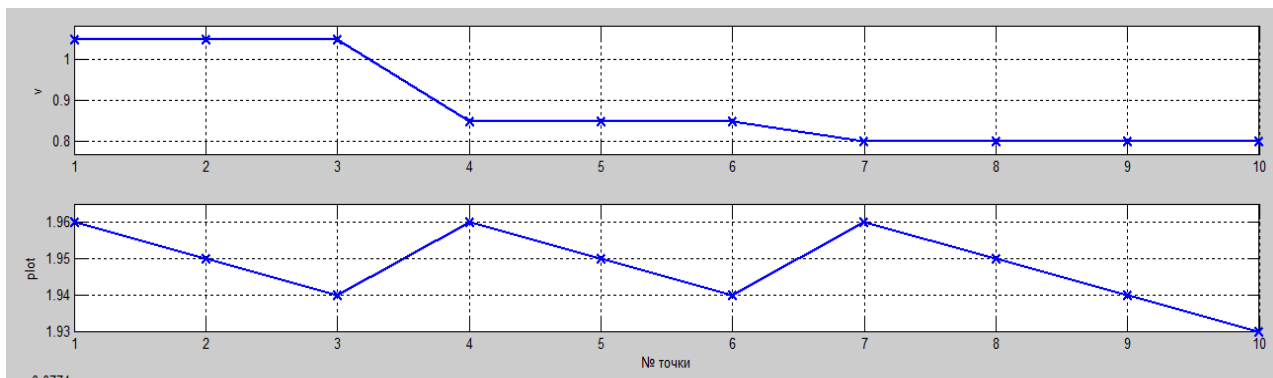


Рис.2 – Тестовая выборка

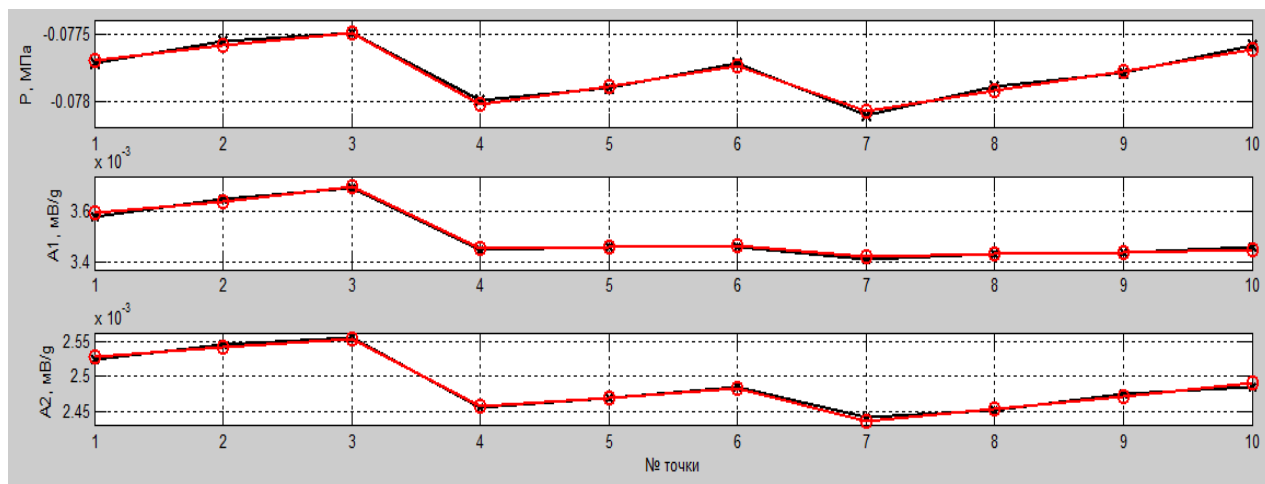


Рис.3 – Результаты тестирования нейронной сети,  
реализующей модель объекта управления

На рис. 3 чёрные графики - ожидаемый выход нейронной сети, красные - реальный выход нейронной сети. По данным графикам видно, что реальный выход нейронной сети практически полностью повторяет ожидаемый выход. Это говорит о том, что полученная нейронная сеть после обучения адекватно выявила и запомнила скрытые зависимости входных и выходных величин. Следовательно, её возможно использовать как модель объекта управления (дискового вакуум-фильтра) в разработанной системе управления процессом обезвоживания.

Так как полученная нейронная сеть, реализующая модель объекта управления не имеет динамики, присущей реальному объекту управления, то для придания ей инерционности объекта на входы нейронной сети были установлены аperiodические звенья первого порядка с динамически меняющимися постоянными времени в зависимости от частоты вращения дисков. Получившаяся модель объекта управления представлена на рис. 4.

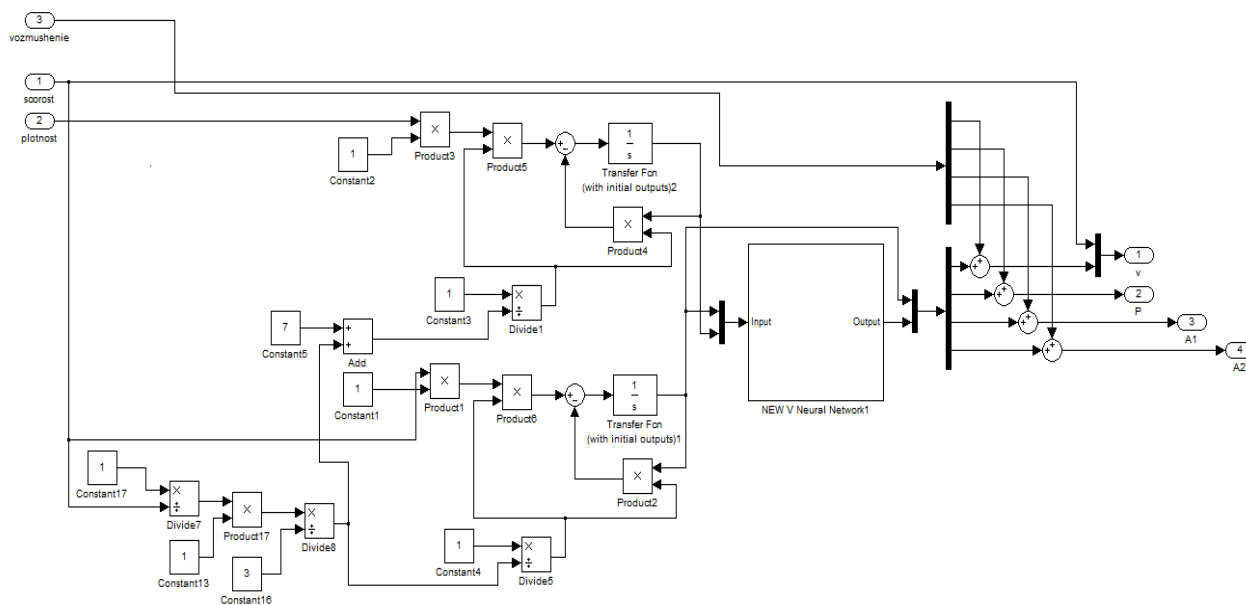


Рис.4 – Математическая модель дискового вакуум-фильтра

У аperiodического звена на входе нейронной сети, обозначающий плотность пульпы постоянная времени равна сумме 2 и времени одного полного оборота дисков делённому на 3. В среднем данная постоянная времени равна 2,333 мин. У аperiodического звена на втором входе нейронной сети постоянная времени равна времени одного полного оборота дисков делённому на 3. В среднем данная постоянная времени равна 0,333 мин.

## 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. Гольберт Ю.С., Гонтаренко А.А. Обезвоживание концентратов черных металлов / Москва, 1986. 182 с.
3. Процессы и оборудование для обезвоживания руд / Гольберт Ю.С. [и др.]. Москва, 1977. 168 с.
4. Способ автоматического управления работой вакуум-фильтра: пат. SU 1713617 A1 СССР. № 4793799/26 / Кононенко Г.Г., Бокатий А.Н., Дядюра В.В., Шаркевич М.А., Дейнега В.Г.; заявл. 03.01.1990; опубл. 23.02.1992, Бюл. № 7. 3 с.
5. Способ автоматического управления дисковым вакуум-фильтром: пат. 691156 СССР. № 2434376/23-26 / Пацкан А.Я., Щелинский А.А., Черник Ю.П., Золотарёв А.И.; заявл. 15.10.1979; опубл. 15.10.1979, Бюл. № 38. 3 с.
6. Способ автоматического управления процессом обезвоживания суспензии в барабанном или ленточном вакуум-фильтре: пат. SU 1725971 A1 СССР. № 4816665/26 / Вишняк Б.А., Бурштейн С.М., Бродская С.А.; заявл. 23.04.1990; опубл. 15.04.1992, Бюл. № 14. 3 с.
7. Халапян С.Ю., Анпилов А.О. Применение нейросетевых технологий для организации косвенных измерений в системе управления процессом обезвоживания железорудного концентрата // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – № 12. – С. 195-200. doi: 10.25018/0236-1493-2017-12-0-195-200.
8. Ерёменко Ю.И., Халапян С.Ю., Анпилов А.О. Повышение энергоэффективности процесса обезвоживания железорудного концентрата путем его автоматизации на основе нейросетевых технологий // Горный журнал. – 2020. – № 3. – С. 62-66. doi: 10.17580/gzh.2020.03.12.
9. Еременко Ю.И., Халапян С.Ю., Анпилов А.О. Разработка многопараметрического экстремально-нечёткого регулятора для управления процессом фильтрации железорудного концентрата // Материалы XVI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство". – Старый Оскол, 2019. – С. 336-341.
10. Khalapyan S.Y., Rybak L.A., Glushchenko A.I., Mamaev Y.A. On neural network model development to solve parallel robots kinematics and control problems // International Journal of Pharmacy & Technology. 2016. Vol. 8. no 4. pp. 25085-25095.

11. Serrano F.A., Caballero K. Yen, Brezina T. Control of a Stewart platform with fuzzy logic and artificial neural network compensation // Florida International University. 2007. pp. 156-160.

## ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЯНУЩЕ-ПРАВИЛЬНОЙ КЛЕТИ

**Цуканов А.В.**

НФ НИТУ «МИСиС»

Россия, Новотроицк, 03-06-2000@mail.ru

***Аннотация.** Выполнена реконструкция многодвигательного электропривода тянущей правильной машины. Разработана система автоматического управления электроприводом. Было выполнено моделирование математической модели в среде Simulink, в программе MATLAB. Произведен анализ графиков, полученных при моделировании динамических режимов. Произведён технико-экономический расчёт, подтверждающий целесообразность капиталовложений в проект по реконструкции. Подсчитан экономический эффект реконструкции: затраты на заработную плату основных рабочих сократились на 20%, а плата за электроэнергию на 26%.*

**Ключевые слова:** электродвигатель; тянущая-правильная машина; преобразователь частоты; электропривод; векторное управление.

## OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF THE ELECTRIC DRIVE DRAWING AND STRAIGHTENING ROLL

**Tsukanov A.V.**

NF NUST MISIS»

Russia, Novotroitsk, 03-06-2000@mail.ru

***Annotation.** Reconstruction of the multi-motor electric drive for pulling the straightening machine. An automatic control system for the electric drive was developed. The mathematical model was simulated in the Simulink environment, in the MATLAB program. The analysis of the graphs obtained in the simulation of dynamic modes is carried out. A feasibility study was carried out, confirming the feasibility of investing in the reconstruction project.*

**Keywords:** electric motor; pull-straightening machine; frequency converter; electric drive; vector control.

## **Введение и постановка задачи**

В настоящее время сталь - один из основных конструкционных материалов в мире. Самый современный процесс производства стальных заготовок - непрерывное литьё.

Технология непрерывной разливки стали, и конструкция машин постоянно совершенствуется в направлении повышения качества отливаемой заготовки и производительности каждой машины. Существует большое многообразие факторов, определяющих качество непрерывнолитых заготовок [1]. Одним из таких факторов является схема приложения к слитку тянущих усилий, которая прямо формируется энергосиловыми параметрами настройки электропривода тянуще-правильной машины (ТПМ) [2].

Основное предназначение тянуще-правильной машины - это транспортировка затравки в кристаллизатор, последующее удержание затравки в позиции пуска до начала разливки. Далее происходит вытягивание затравки и правка заготовки [3-4].

В настоящее время актуальными задачами являются разработка системы управления электроприводами тянущих роликов в целях уменьшения растягивающих усилий в слитке, определение значений реальных усилий, формируемых в слитке при его вытягивании из кристаллизатора [5-6].

Целью данной статьи является реконструкция системы автоматического многодвигательного электропривода тянуще-правильной машины МНЛЗ № 2 расположенной в электросталеплавильном цехе ОАО «Уральская Сталь».

### **Описание установки и предлагаемая модернизация**

Тянуще правильная машина, установленная на машине непрерывного литья заготовок № 2, представляет собой систему клетей в зоне вторичного охлаждения. ТПМ состоит из семнадцати секций, включая нулевую расположенную непосредственно под кристаллизатором. Секции с «4» по «16» оснащены электроприводами, причем у секций «4,5,10,11», приводными являются верхний и нижний ролики, а у остальных только верхние. Функция роликов заключается в обеспечении необходимого давления на заготовку в процессе вытягивания, а также на затравку, когда она подается в кристаллизатор. [7-9].

Кинематическая схема одной тянуще-правильной клетки представлена на рисунке 1.

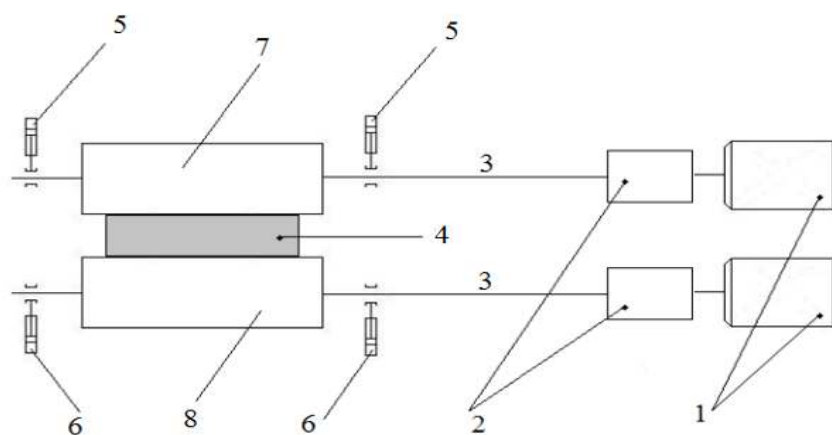


Рис. 1 – Кинематическая схема тянуще-правильной клетки

1 – электродвигатели; 2 – планетарно-цилиндрический редуктор; 3 – шпидели; 4 – слиток; 5 и 6 – гидроцилиндры прижима верхних и нижних роликов; 7 и 8 – верхний и нижний ролик.

На основании анализа технологического процесса, в котором участвует слябовая машина непрерывного литья заготовок, к многодвигательному электроприводу тянуще-правильного устройства предъявляют следующие требования:

- плавный пуск и торможение (не менее 10 секунд) для предотвращения прорыва корочки кристаллизующегося слитка;
- плавное регулирование частоты вращения двигателей в широком диапазоне вниз от номинальной;
- установленная частота вращения должна автоматически поддерживаться
- синхронизация скоростей вращения электроприводов, участвующих в вытягивании непрерывнолитого слитка;
- распределение нагрузки между двигателями;
- движение в обоих возможных направлениях (реверс электропривода) [10-11].

На основе структурной схемы системы автоматического регулирования, а также результатов расчётов параметров объекта регулирования и параметров регуляторов, была разработана математическая модель в среде имитационного моделирования Simulink, в программе MATLAB, представленная на рисунке 2.

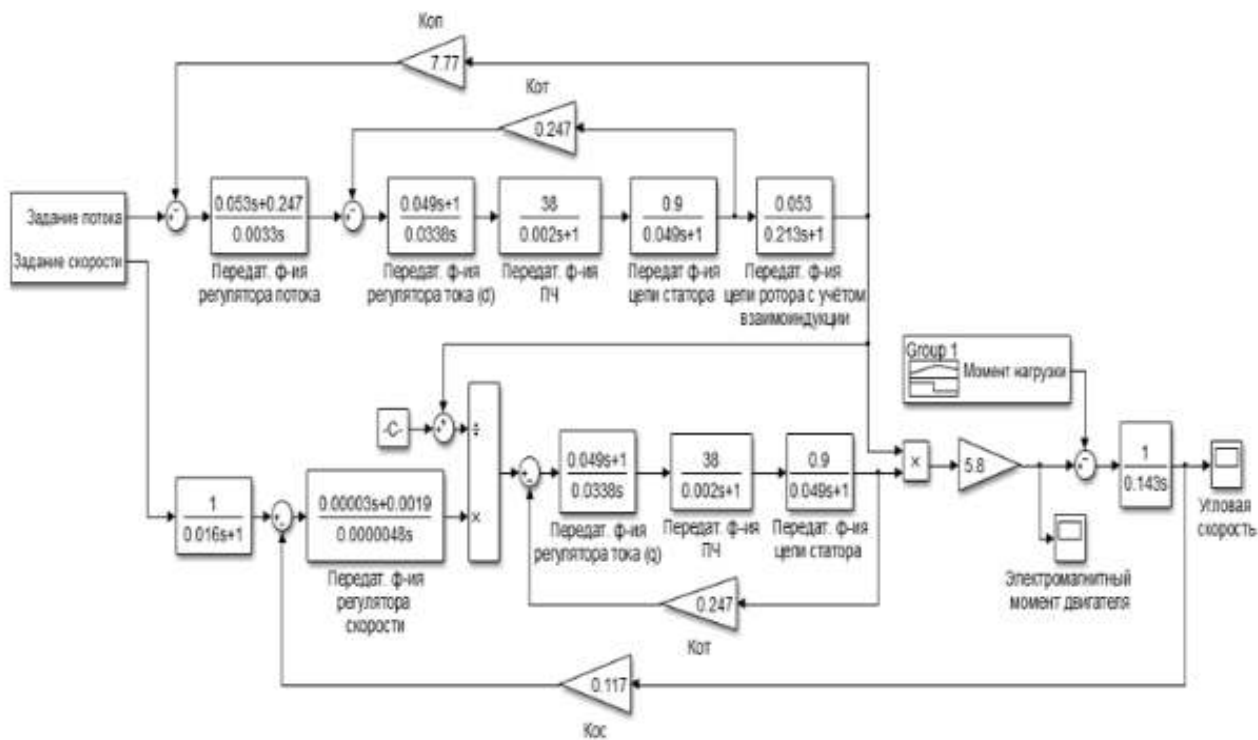


Рис. 2 – Математическая модель САР

Система управления построена по принципам подчинённого регулирования параметров асинхронного электродвигателя и содержит два канала управления: потокоцеплением ротора и угловой скоростью электродвигателя.

Проблемы при распределении нагрузки могут заключаться в следующем:

- двигатели могут иметь разную жёсткость механической характеристики;
- несовпадение узлов передаточных механизмов [12-13].

Исходя из этого на модели были проверены оба случая. Электродвигатели в ходе эксперимента имели одинаковую нагрузку на валу. Получен график представленный на рисунке 3, по которому видно, что система выполняет возложенные на неё задачи.

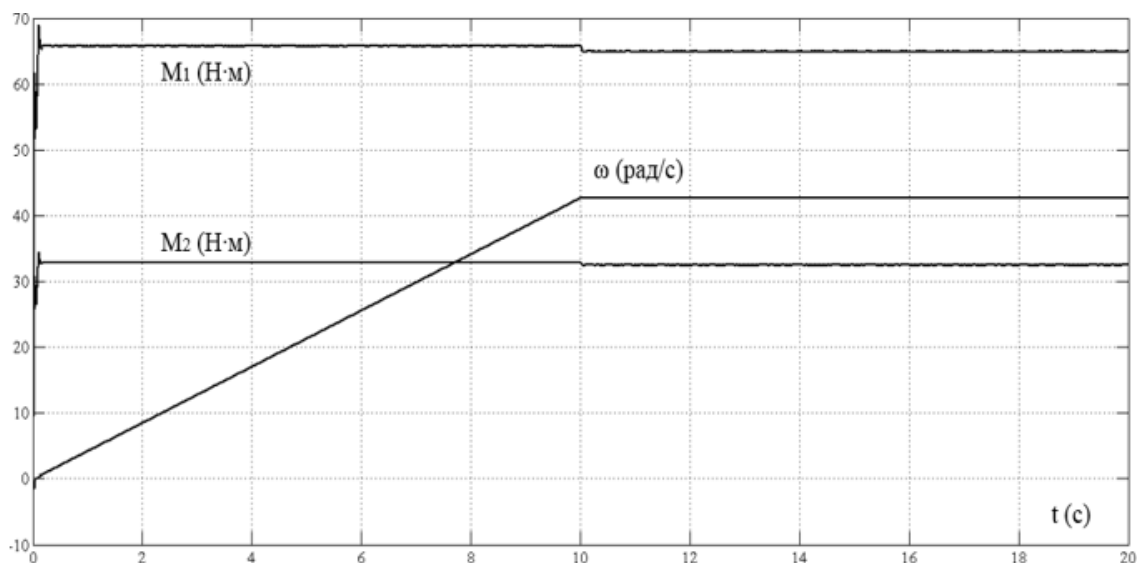


Рис. 3 – Графики, отражающие работу системы распределения нагрузки



## Вывод

Анализируя полученные графики, можно сделать вывод о том, что переходные процессы выполняются с заданным темпом, а перерегулирование не превышает допустимых значений, значительных просадок по скорости не наблюдается, следовательно, спроектированная САР удовлетворяет требованиям, предъявляемым к рассматриваемому в данной работе электроприводу.

По результатам расчётов можно сделать вывод о том, что капиталовложения в реконструкцию электропривода окупятся уже примерно через год. Так при капиталовложении в 1473309 руб., затраты на заработную плату основных рабочих и плата за электроэнергию за год сократятся на 1417641руб. Исходя из этого можно смело сказать, что проект по реконструкции целесообразен с экономической точки зрения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еронько С.П., Быковских С.В. Разливка стали. Оборудование. Технология. – К: Техника, 2003. 216 с.
2. Электропривод машин непрерывного литья заготовок. Марголин Ш.М. – М.: Металлургия, 1987. 279 с.
3. Лицин К.В., Ковальчук Т.В. Модернизация системы электропривода сталкивателя установки межклетьевого охлаждения ЛПЦ-1 АО "Уральская Сталь" // Актуальные проблемы в машиностроении. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет. 2018, Т5. №1. с.60-64.
4. Ковальчук Т.В., Гусев А.А., Лицин К.В. Исследование электропривода системы подачи шлакообразующей смеси в кристаллизатор машины непрерывного литья заготовок // Известия Высших Учебных Заведений. Электромеханика. 2018. Т.61, № 5. С. 38-43.
5. Лицин К.В., Царуш К.А Модернизация электропривода устройства подачи слябов на продольную порезку в условиях сталеплавильного производства АО "Уральская Сталь" // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». 2018. № 5. С. 54-58.
6. Лицин К.В. Разработка частотного электропривода с активной составляющей тока статора устройства подачи смеси / Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Издательство: Тульский государственный университет (Тула). – 2019. – № 9. – С. 602-611.
7. Гребеник В.М., Иванченко Ф.К., Ширяев В.И. Расчет металлургических машин и механизмов. – К.: Высшая школа, 1988. – 448 с.

8. Целиков А.И. [и др.] Машины и агрегаты металлургических заводов. В 3 т. Т. 2. Машины и агрегаты сталеплавильных цехов – М.: Металлургия, 1988. 432 с.
9. Басков С.Н., Лицин К.В., Радионов А.А. Определение углового положения ротора синхронного двигателя в режиме векторно-импульсного пуска // Вести высших учебных заведений Черноземья. – 2014. – № 4. – С. 3-8.
10. Шаповалов А.Н. Расчет параметров непрерывной разливки стали: Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Разливка стали и специальная металлургия». «Металлургия». – Новотроицк, НФ НИТУ «МИСиС», 2013. 56 с.
11. Управление соотношениями моментов механически взаимосвязанных электроприводов. – URL: <http://www.driveka.ru>
12. Лицин К.В., Сарманов Т.М., Орехов В.В. Сравнительный анализ системы управления векторно-импульсного пуска при наличии промежуточных трансформаторов и без них // Автоматизированные технологии и производства. Международный научно-технический журнал Учредитель: ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». 2016,. с.74-77.
13. Ящура А.И. Система технического обслуживания и ремонта общепромышленного оборудования. Справочник. – М.: МЦ ЭНАС, 2006. 360 с.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ПЕРЕДЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ ГЛУБОКИХ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

**Цыганков Ю.А., Полещенко Д.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*tsy-18@yandex.ru , po-dima@yandex.ru*

***Аннотация.** В данной работе рассматривается построение прогнозной системы, позволяющей оператору в режиме реального времени оценивать возможное развитие хода технологического процесса переработки железорудного концентрата. В настоящее время оператор контролирует качество готовой продукции, основываясь лишь на данных лабораторного анализа, проводимого дискретным способом каждый 2 часа, что значительно превышает время прохождения железорудного концентрата через технологическую цепочку. В результате это отрицательно сказывается на показателях удельной энергоэффективности технологического процесса. Сложность создания подобной системы заключается в том, что данный этап производства представляет собой дискретно-непрерывный распределенный процесс, с участием в нем множества технологических объектов, функционирование которых, зачастую, невозможно аппроксимировать линейными зависимостями. Также наблюдается нестационарность свойств поступающего сырья, что способствует изменению характеристик работающего оборудования. В ходе экспериментов была изучена возможность применения аппарата глубоких нейронных сетей, отличающихся большей вычислительной способностью, в сравнении с многослойными сетями прямого распространения сигнала. Это обеспечило получение прогноза, удовлетворяющего требованиям технологии, без автокорреляционного эффекта, что позволяет увеличить стабильность работы моделей технологических агрегатов.*

**Ключевые слова:** Горно-обогатительная отрасль; многопараметрический объект; прогнозирующая система; нейронная сеть; машинное обучение

**PREDICTION OF QUALITY INDICATORS OF IRON ORE PROCESSING OPERATIONS  
USING HYBRID DEEP ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS**

## **Tsygankov Y.A., Poleshchenko D.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*tsy-18@yandex.ru , po-dima@yandex.ru*

**Annotation.** *In this paper, we consider the construction of a forecast system that allows the operator to assess the possible development of the technological process of processing iron ore concentrate in real time. Currently, the operator controls the quality of finished products based only on laboratory analysis data, which is carried out in a discrete way every 2 hours, which significantly exceeds the time of passage of iron ore concentrate through the process chain. As a result, this has a negative impact on the specific energy efficiency of the technological process. The complexity of creating such a system lies in the fact that this stage of production is a discrete-continuous distributed process, with the participation of many technological objects, the functioning of which, often, cannot be approximated by linear dependencies. Non-stationary properties of incoming raw materials are also observed, which contributes to changes in the characteristics of operating equipment. In the course of experiments, we studied the possibility of using deep neural networks with higher computational capacity in comparison with multi-layer networks of back signal propagation. This provided a forecast that meets the requirements of the technology, without the autocorrelation effect, which increases the stability of the models of technological units.*

**Keywords:** The mining and processing industry; a multiple parameter object; prediction system; neural network; machine learning.

В данной работе рассматривается применение одного из методов искусственного интеллекта – нейронных сетей, для создания прогнозирующего аппарата посредством разработки набора моделей агрегатов процесса обогащения железорудного сырья. Проблема управления данным переделом заключается в том, что технология обработки представляет собой распределенный дискретно-непрерывный процесс со значительным набором агрегатов, функционирование большинства из которых возможно описать лишь с применением сложных многопараметрических функциональных зависимостей. Помимо этого, в ходе функционирования оборудования наблюдается значительная нестационарность поступающего сырья, дрейф параметров самого оборудования. Но главной проблемой является тот факт, что контроль качества выходного продукта – процентного содержания железа в концентрате Fe,% - осуществляется дискретно лабораторным способом каждые 2 часа, что значительно превышает время прохождения потока сырья через технологическую

цепочку. Поэтому управление, в большинстве случаев, реализуется с созданием «зон запаса», позволяющих демпфировать внешние возмущения в угоду стабильности функционирования оборудования, тем самым снижая удельную эффективность работы агрегатов. В данных условиях, в качестве основного направления работ, было выбрано применение технологии предиктивного управления, а именно - создание функционала, способного на основе текущих значений технологических показателей с высокой точностью прогнозировать значение качественного показателя продукта – содержания железа в концентрате [1].

Результаты, представленные в предыдущих работах [2,3], обосновали возможность применения аппарата классических многослойных искусственных нейронных сетей (ИНС) для идентификации агрегатов обогатительного передела. Однако, в ходе детального анализа выходных векторов моделей и исходных сигналов, было замечено, что при функционировании таких моделей наблюдается выраженный эффект автокорреляции. Этот факт является негативным для прогнозирующих моделей, наличие подобного явления сигнализирует о неполной интерпретации моделью входных данных и приводит к снижению качества прогноза при подаче на вход данных, значительно удаленных по времени от обучающей выборки. На рисунке 1 представлен график, показывающий изменение сигналов оригинального значения показателя плотности слива комплекса «шаровая мельница – спиральный классификатор», приведенного к относительным единицам, и выходного сигнала его нейросетевой модели. На рисунке эффект автокорреляции выглядит следующим образом - оранжевый график выхода модели достаточно точно повторяет синий график, но при этом непосредственно в точках измерений наблюдается отставание как раз на 1 такт, в областях «1» и «2» это выражено наиболее ярко.

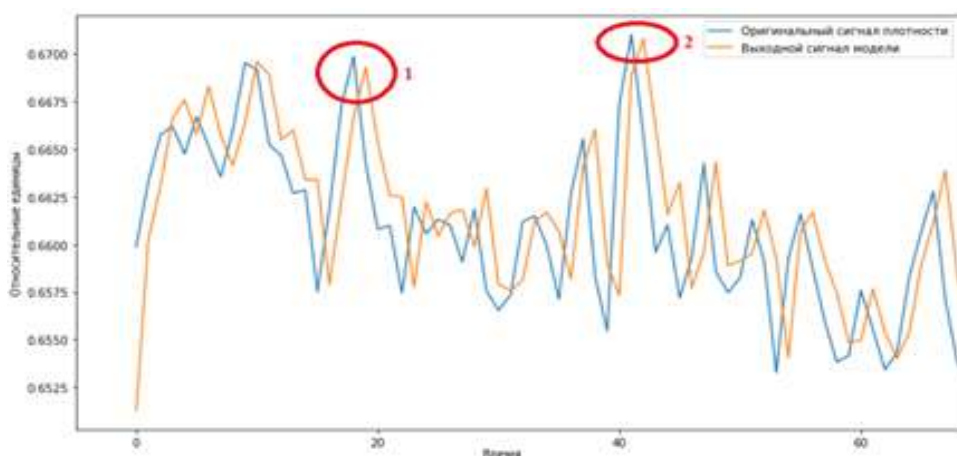


Рис. 1 – Пример наблюдаемого эффекта автокорреляции на графиках

В итоге, несмотря на качественные значения метрик оценки качества работы модели, наличие подобного явления представляется негативным, поскольку модель снижает свои возможности экстраполяции.

Для предотвращения данного явления в работе осуществлено исследование возможности применения аппарата глубоких нейронных сетей. Целесообразность применения аппарата глубоких ИНС, позволяющего реализовывать отображение входных данных в пространство существенно большей размерности, для решения задачи идентификации многопараметрического сложного агрегата обоснована теоремой Ковера [4], утверждающей, что нелинейное проецирование в пространство более высокой размерности заданного набора данных, не являющихся сепарабельными, повышает вероятность их линейной делимости.

Первоначально, для решения задачи идентификации одного из наиболее важных и сложных агрегатов технологического передела – комплекса «шаровая мельница – спиральный классификатор», была осуществлена попытка применения глубоких сетей, состоящих лишь из базовых вычислительных слоев, наиболее широко применяемых при решении подобных задач. Для разработки модели технологического агрегата были использованы данные из реальной системы управления. Разрабатываемая модель соответствовала схеме, представленной на рисунке 2.

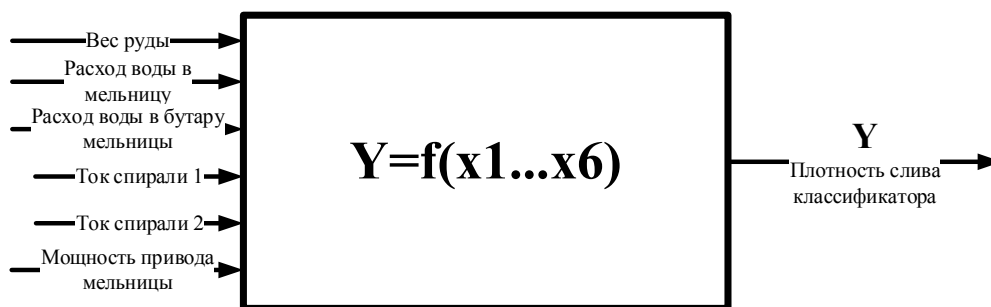


Рис. 2 – Функциональная схема модели шаровой мельницы

где  $x_1...x_6$  – входы модели, соответствующие измеряемым промышленным показателям,  $Y$  – выход модели - сигнал плотности слива классификатора.

После проведения экспериментов с типовыми архитектурами глубоких ИНС и выделения их положительных и отрицательных сторон, было сделано предположение, что создание структуры, включающей в себя все 3 типа архитектур, предположительно, позволит объединить в себе положительные моменты каждой из них и уменьшить влияние отрицательных свойств. Общий вид данной структуры представлен на рисунке 3.

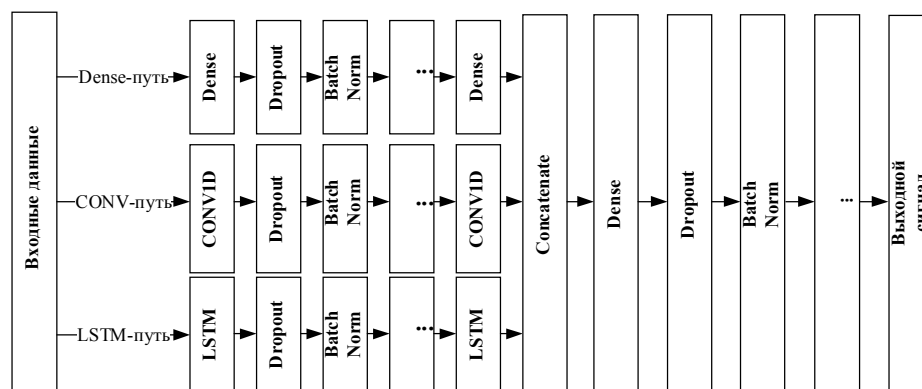


Рис. 3 – Структура гибридной глубокой ИНС

В ходе работы были выполнены эксперименты по подбору гиперпараметров сети, обеспечивающих получение наилучших результатов при ее функционировании. Максимальное качество моделирования было достигнуто при использовании сети со следующей конфигурацией параметров - 50 нейронов в Dense слое, 50 нейронов в CONV1D слое, 150 нейронов в LSTM слое, 400 нейронов в выходном слое; 35 эпох обучения; размер батча – 95. Лучшее значение достигнутой ошибки на валидационной выборке  $loss (mse) = 0.0036$ . В таблице 1 представлены показатели качества функционирования различных сетей глубокой архитектуры.

Таблица 1 – Показатели качества функционирования глубоких нейронных сетей различной архитектуры на валидационной выборке

Тип глубокой нейронной сети	Номер такта прогноза максимального качества	Значение corr k	Значение MSE
Dense	4	0.605	0.0044
CONV1D	3	0.6395	0.0036
LSTM	2	0.5733	0.0039
Hybrid	1	0.7539	0.0036

Представленные результаты позволяют сделать вывод, что опробованный аппарат показывает достаточно качественные результаты. Это говорит о возможности его применения и для разработки моделей прочих агрегатов технологического процесса обогащения железорудного сырья для целей создания единой прогнозирующей системы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория автоматического управления (дополнительные главы): учебное пособие / Под. ред. Д.А. Новикова. - М.: Ленанд, 2019. - 546 с.
2. Eremenko Yu. I., Poleshchenko D. A., Tsygankov Yu. A. On neural network structure selection to solve problem of iron ore preparation process identification // Journal of

Physics: Conference Series. – 2019. - Vol. 1202. - Conf. 1. –012005.

3. Eremenko Y.I., Poleshenko D.A., Tsygankov Y.A. Neural network based identification of ore processing units to develop model predictive control system // 2019 XXI International Conference Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP) - Conference Proceeding. Samara, Russia; 3-6 Sept. 2019. Pp. 121-124.

4. Cover T. Geometrical and Statistical Properties of Systems of Linear Inequalities with Applications in Pattern Recognition // IEEE Transactions on Electronic Computers. – 1965. – EC-14. – P. 326–334.



# СЕКЦИЯ: «ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ»

## ВОЗРАСТНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИИ

**Арутюнян И.Б., Жилин Э.В.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол*

***Аннотация.** В данной статье рассмотрена проблема уровня безработицы по полу, по возрастным категориям, и по группам экономической деятельности. Также, предложены пути решения данной проблемы.*

**Ключевые слова:** безработица; возраст; группы экономической деятельности; численность безработных.

## AGE AND PROFESSIONAL UNEMPLOYMENT RATE IN RUSSIA

**Arutyunyan I.B., Zhilin E.V.**

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russia*

***Annotation.** This article reviewed the problem of unemployment by sex, by age category, and by groups of economic activity. Also offered solutions to this problem.*

**Keywords:** unemployment; age; groups of economic activity; number of unemployed.

Проблема безработицы – одна из главных в развитии экономики во всем мире. От уровня безработицы зависит многое и, прежде всего, такие факторы как уровень преступности, уровень жизни населения, наличие квалифицированной рабочей силы, уровень эмиграции.

В каждой стране без исключения существует определенный уровень безработицы, но если он является слишком высоким, это может привести к разрушительным последствиям. Поэтому задачей каждого государства является минимизация уровня безработицы. Иными словами, безработица – это циклическое, социально-экономическое явление, при котором часть рабочей силы не занята в производстве, выражающееся в превышении предложения труда над спросом на него [1].

Рассмотрим численность безработных по возрастным группам за 2006 и 2016 года, которая представлена в таблицах и на рисунках 1 и 2 соответственно [2] и [3].

Таблица 1 – Распределение численности безработных по возрастным группам за 2006 год.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ БЕЗРАБОТНЫХ ПО ВОЗРАСТНЫМ ГРУППАМ ЗА 2006 ГОД												
	Всего, тыс. человек	в том числе в возрасте, лет										Средний возраст, лет
		до 20	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60 и более	
Мужчины	2631	230	575	379	240	281	244	329	209	107	37	34,2
Женщины	2368	246	503	314	227	218	253	282	212	85	26	34,1
Безработные (всего)	4999	476	1079	694	467	499	498	610	421	192	63	34,1

Численность безработных по возрастным группам за 2006 год

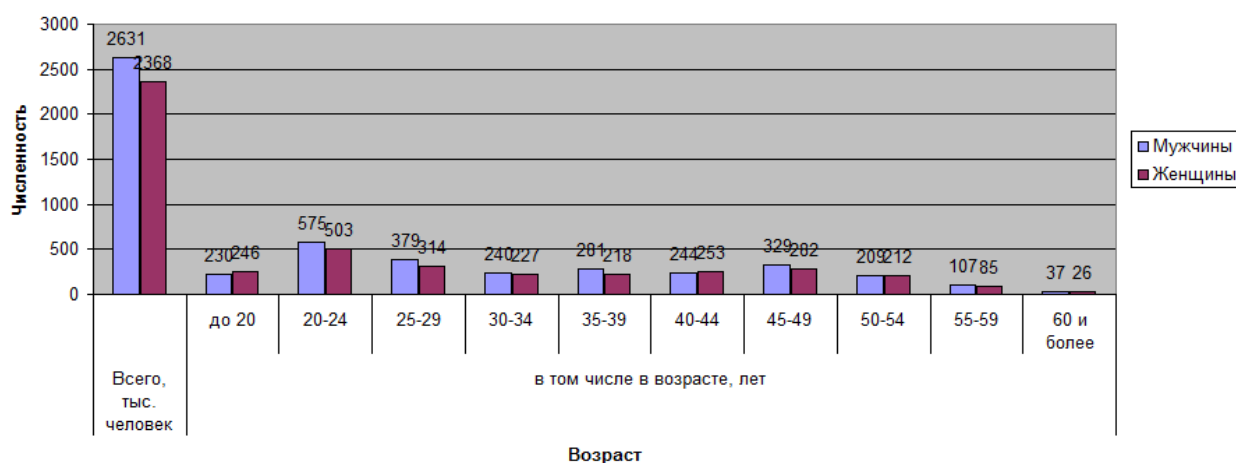


Рис.1 – Численность безработных по возрастным группам за 2006год

Таблица 2 – Распределение численности безработных по возрастным группам за 2016 год.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ БЕЗРАБОТНЫХ ПО ВОЗРАСТНЫМ ГРУППАМ ЗА 2016 ГОД												
	Всего, тыс. человек	в том числе в возрасте, лет										Средний возраст, лет
		до 20	20-24	25-29	30-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-72	
Мужчины	2269	101	441	358	526	206	175	215	179	54	14	36
Женщины	1975	77	370	343	491	175	162	203	92	46	17	35,5
Безработные (всего)	4243	178	811	701	1017	380	337	418	270	100	31	35,8

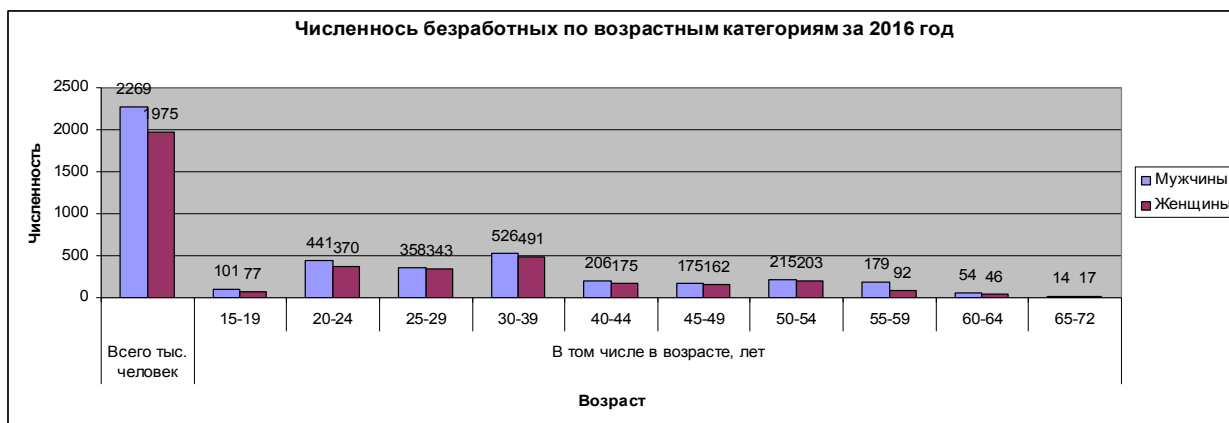


Рис.2 – Численность безработных по возрастным группам за 2016 год

На основе представленных диаграмм, можно сделать вывод, что общая численность безработных за 2006 год составляет 4999 тыс. человек. Мужская часть от общего числа безработных – 2631 тыс. человек, а женская – 2368 тыс. человек. Общая численность безработных за 2016 год составляет 4243 тыс. человек. Из них мужчин – 2269 тыс. человек, а женщин – 1975 тыс. человек. Проанализировав эти две диаграммы, можно утверждать что за 2006 и 2016 год наблюдается значительное изменение по численности безработных. А именно, в 2016 году данный уровень понизился на 756 тыс. человек. Наименьший уровень безработицы за эти 10 лет наблюдается среди населения в возрасте от 60 до 72 лет. Из данных таблиц можно установить, что наибольший уровень безработицы в 2006 году зафиксирован среди населения в возрасте от 20 до 24 лет, а в 2016 году - от 30 до 39 лет. Исходя из этого, можно предположить, что одной из основных причин высокого уровня безработицы населения в возрасте от 20 до 24 лет и от 30 до 39 лет является нехватка рабочих мест, а вместе с этим невозможность трудоустройства, в связи с тем, что основная масса рабочей силы приходится на пожилую составляющую общества.

Численность безработных по группам занятий за 2006 и 2016 года представлена в таблицах и на рисунках 3 и 4 соответственно [4] и [5].

Таблица 3 – Распределение численности безработных по группам занятий за 2006 год.

ЧИСЛЕННОСТЬ БЕЗРАБОТНЫХ ПО ГРУППАМ ЗАНЯТИЙ ЗА 2006 ГОД			
	Численность безработных, тыс. человек		
	всего	мужчины	женщины
Руководители органов власти и управления всех уровней	120	69	51
Специалисты высшего уровня квалификации	206	68	138
Специалисты среднего уровня квалификации	316	112	205
Работники, занятые подготовкой и оформлением документации	116	12	104
Работники сферы обслуживания, жилищно-коммунального хозяйства, торговли	573	139	434
Работники сельского, лесного, охотничьего хозяйства, рыбоводства и рыболовства	154	83	71
Рабочие промышленных предприятий, строительства, транспорта, связи	627	455	172
Операторы, аппаратчики, машинисты установок и машин	457	414	44
Неквалифицированные рабочие	842	513	329
Не имеют опыта работы	1588	767	821
Безработные всего	4999	2631	2368

Численность безработных по группам занятий за 2006 год

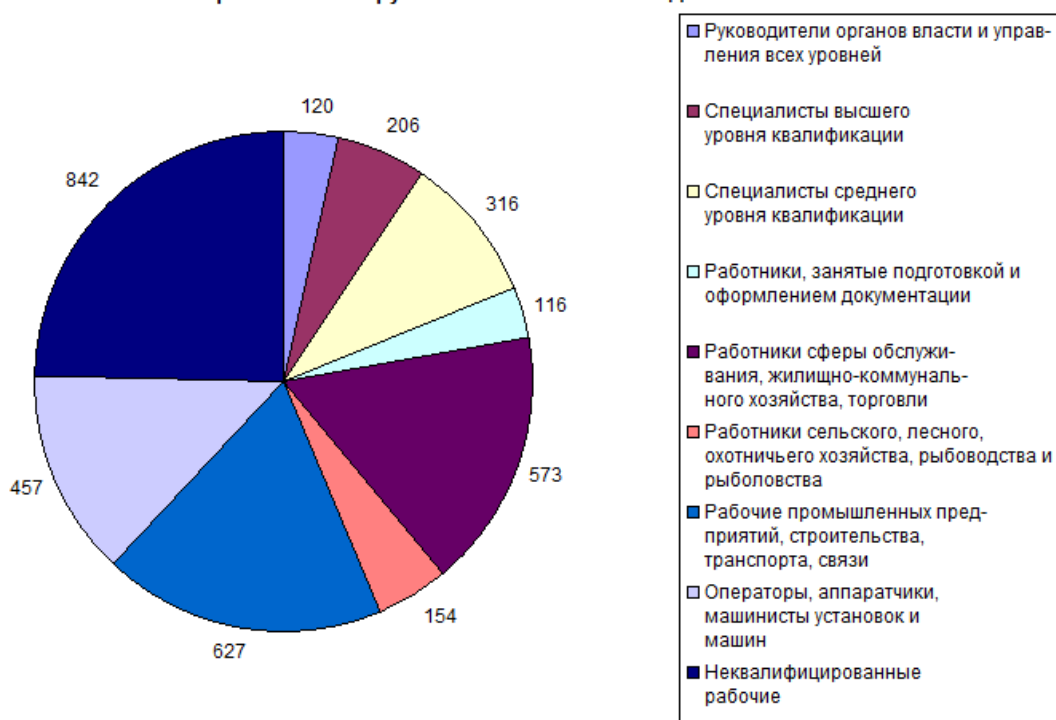


Рис.3 – Численность безработных по группам занятий за 2006 год

Таблица 4 – Распределение численности безработных по группам занятий за 2016 год.

ЧИСЛЕННОСТЬ БЕЗРАБОТНЫХ ПО ГРУППАМ ЗАНЯТИЙ ЗА 2016 ГОД			
	Численность безработных, тыс. человек		
	всего	мужчины	женщины
Руководители органов власти и управления всех уровней	115	69	47
Специалисты высшего уровня квалификации	365	136	229
Специалисты среднего уровня квалификации	284	120	164
Работники, занятые подготовкой и оформлением документации	114	15	99
Работники сферы обслуживания, жилищно-коммунального хозяйства, торговли	661	185	476
Работники сельского, лесного, охотничьего хозяйства, рыбоводства и рыболовства	73	40	33
Рабочие промышленных предприятий, строительства, транспорта, связи	534	435	99
Операторы, аппаратчики, машинисты установок и машин	430	380	50
Неквалифицированные рабочие	574	358	216
Не имеют опыта работы	1040	514	526
Безработные всего	4243	2269	1975



Рис.3 – Численность безработных по группам занятий за 2016 год

По итогам проведенного анализа можно сделать вывод, что наименьшая численность безработных наблюдается в сфере сельского и лесного хозяйства, рыболовства. А именно в

2006 году в сфере сельского хозяйства уровень безработных составляет 154 тыс. человек (мужчины – 83 тыс. человек, женщины – 71 тыс. человек), а в 2016 году - 73 тыс. человек (из которых 40 тыс. человек составляют мужчины, а 33 тыс. человек – женщины). Также, невысокий уровень безработицы наблюдается в сфере подготовки и оформления документации. А именно: в 2006 году число безработного населения в данной сфере не превышает 116 тыс. человек (мужчины – 12 тыс. человек, женщины – 104 тыс. человек), а в 2016 году уровень безработных составляет 114 тыс. человек (из числа которых 15 тыс. человек мужчины, а 99 тыс. человек – женщины). Наибольшую численность безработных за эти 10 лет составляет население, не имеющее опыта работы в 2006 году – 1588 тыс. человек, а в 2016 году 1040 тыс. человек. Проанализировав данные диаграммы, можно наблюдать, что уровень безработицы в сфере сельского и лесного хозяйства, рыболовства снизился в 2016 году по сравнению с 2006 годом на 81 тыс. человек. А в сфере подготовки и оформления документации уровень безработных с 2006 года по 2016 снизился на 2 тыс. человек. Исходя из данных государственной статистики, можно предположить, что причиной безработицы по профессиональным категориям является неразвитая система образования, которая не позволяет получить квалифицированные кадры для дальнейшего трудоустройства на рынке труда.

Проанализировав широкую картину проблемы безработицы можно предложить следующие пути решения данной проблемы:

- 1) появление новых и усовершенствование уже существующих служб занятости населения, биржей труда;
- 2) создание новых рабочих мест;
- 3) максимальное распространение информации о вакантных рабочих местах в СМИ: радио, телевидении и тд;
- 4) развитие образовательной системы государства;
- 5) повышение востребованности в новых видах профессий.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Федеральная служба государственной статистики\ Рынок труда, занятость и заработная плата \ Трудовые ресурсы [Электронный ресурс] - [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour\\_force/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/)
2. Труд и занятость в России - 2007г. Стат.сб./Росстат - Т78 М., 2007. - п. 1.50
3. Труд и занятость в России. 2017: Стат.сб./Росстат - Т78 М., 2017.– 76 с.
4. Труд и занятость в России - 2007г. Стат.сб./Росстат- Т78 М., 2007. - п. 1.60
5. Труд и занятость в России. 2017: Стат.сб./Росстат - Т78 М., 2017.– 83 с

## НЕОБХОДИМОСТЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР

**Марченкова И.Н.**

*Старооскольский филиал ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Россия, Старый Оскол  
тел.: 8-906-565-69-42, i.marchenkova@mail.ru*

***Аннотация.** В статье рассматривается необходимость реализации стандартов экономического анализа в России, учитывая тот факт, что основной миссией системы экономического анализа в современных условиях является гарантия качества проведения и результативности аналитических процессов и процедур с целью оптимального удовлетворения экономических интересов пользователей информации экономического характера.*

**Ключевые слова:** экономический анализ; методики; процедуры; финансовое состояние; результативность; управленческие решения; стандартизация.

## THE NEED TO STANDARDIZE ANALYTICAL PROCEDURES

**Marchenkova I.N.**

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russiatel.: 8-906-565-69-42,  
i.marchenkova@mail.ru*

***Annotation.** The article discusses the need to implement the standards of economic analysis in Russia, taking into account the fact that the main mission of the system of economic analysis in modern conditions is to guarantee the quality and effectiveness of analytical processes and procedures in order to optimally meet the economic interests of users of information of an economic nature.*

**Keywords:** economic analysis; methods; procedures; financial condition; effectiveness; management decisions; standardization.

Обязательной составляющей процесса финансового управления любого хозяйствующего субъекта является анализ финансовой деятельности. Грамотное управление и успешная реализация политики в области финансовых ресурсов обеспечивает достижение устойчивости финансового состояния организации, а также позитивное воздействие на выполнение тактических и стратегических целевых показателей (плановых заданий) и,

следовательно, способствует обеспечению предприятия необходимыми ресурсами с целью обеспечения бесперебойности хозяйственной деятельности.

В конечном счете, аналитические процедуры призваны выявить «положительные моменты» и «узкие места» в текущей деятельности хозяйствующего субъекта, с целью оперативного воздействия на хозяйственные процессы.

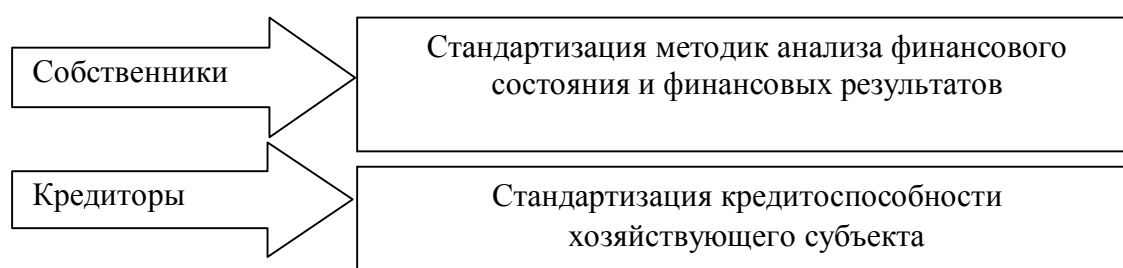
Вопросами анализа финансовой деятельности предприятий занимались следующие российские ученые: Шеремет А., Сайфулин Р., Васина А., Рябых Д., Самойлов Л., и многие другие. Стандартизация экономических процессов предполагает их управляемость на основе автоматизации гибкой системы менеджмента качества в организации [3].

Процесс стандартизации экономического анализа протекает хаотически: разрабатываются приемы и методические подходы (стандарты) в рамках различных профессиональных сообществ, с целью решения специфических целевых задач. В экономической терминологии понятие «хаотическая организация» впервые было предложено Ди Хоком [1], которое характеризует организацию как субъект умело использующий возможности хаотической динамики в рамках, которые определяются высшим органом управления компании.

Это явилось основой идеи предложения и использования термина «хаордизм» как подхода к аналитическим процессам и процессам управления деятельностью компании, объединяющий жестко упорядоченное ядро системы (правовые и нормативные документы) и более гибкие элементы ее структуры (подразделения, сотрудники) [2].

Стандартизация процедур экономического анализа является инструментом упорядочения (стандартизации) совокупности хозяйственных процессов предприятий и организаций, деятельность которых связана с производством продукции (выполнением работ, оказанием услуг) с целью обеспечения запросов партнерских социальных групп (стейкхолдеров).

Методика комплексного экономического анализа призвана удовлетворять совокупность интересов всех заинтересованных пользователей на основе процесса стандартизации аналитических процедур. На рисунке 1 представлены потребности в стандартизации экономических процессов хозяйствующего субъекта для выстраивания и поддержания отношений с партнерскими социальными группами.





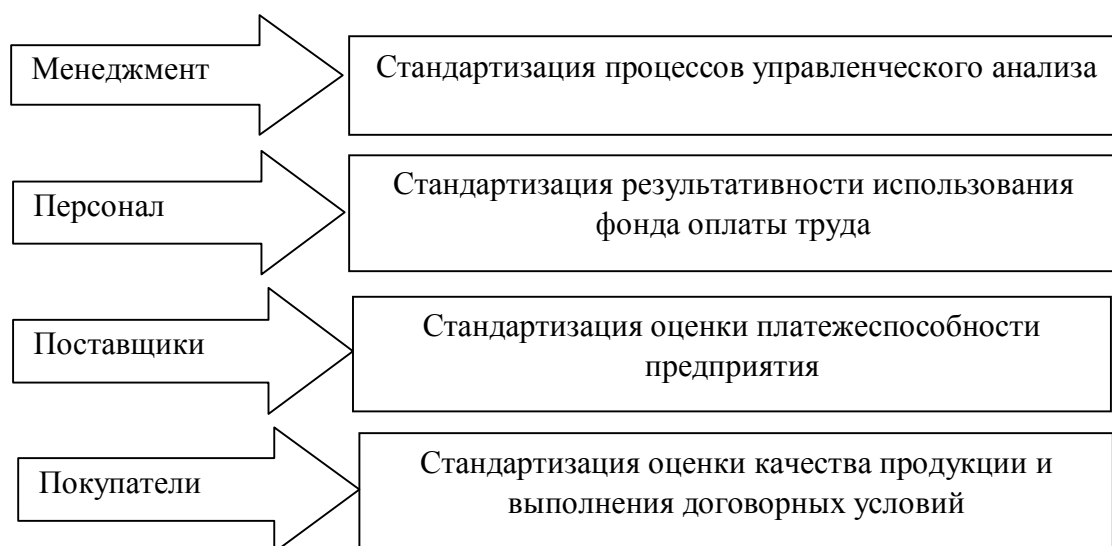


Рис. 1 – Система аналитических потребностей партнерских групп (стейкхолдеров) при стандартизации экономического анализа

Основной миссией системы экономического анализа в современных условиях является гарантия качества проведения и результативности аналитических процессов и процедур с целью оптимального удовлетворения экономических интересов пользователей информации экономического характера.

Процесс стандартизации требует выполнения комплекса определенных требований, которые обеспечивают абсолютную эффективность системы экономического анализа. Рассмотрим основополагающие из них:

- система экономического анализа имеет динамический и перманентный характер, если она контролируется и управляется;

- система экономического анализа имеет устойчивый динамический характер по юридическому сценарию, переходя с одной парадигмы развития экономического анализа на другую;

- качественный характер жизненного цикла динамической системы обеспечивается и гарантируется стабильностью функционирования системы экономического анализа;

- парадигма экономического анализа конструирует упорядочение (стандартизацию) подсистем динамической системы экономического анализа, с учетом отраслевой специфики.

Обобщая вышеизложенное следует отметить, что исследование теоретико-методологических и практических аспектов развития экономического анализа позволяет сделать вывод о том, что в России сложились предпосылки для перехода на инновационную

парадигму трансформации экономического анализа, сущность которой заключается в разработке и внедрении системы стандартов экономического анализа.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ди Хок. Философия твоей кредитки: история Visa. М.: Секрет фирмы, 2006. – 368 с.
2. Герасимова Е.Б. Турбо-анализ современной организации: новая методология решения проблем // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2018. №5. с. 128-133.
3. Соседов Г.А., Герасимов Б.И., Герасимова Е.Б. Классификация гибких систем менеджмента качества гибкой организации // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2017. №4. с. 897-913.

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УЧЕТА СОБСТВЕННОГО  
КАПИТАЛА (НА ПРИМЕРЕ АО «ОЭМК ИМ. А.А. УГАРОВА»)**

**Ишкова А.С., Каспер А.В.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол  
309503, Россия, г. Старый Оскол, мк-н Дубрава 2, дом 3, кв. 61  
nunya.ishkova@yandex.ru, han22123@mail.ru*

***Аннотация.** Статья посвящена рассмотрению предложений по совершенствованию собственного капитала на примере металлургического предприятия.*

**Ключевые слова:** собственный капитал; добавочный капитал; капитал; уставный капитал; акции; взносы; реинвестирование.

**MEASURES FOR THE IMPROVEMENT OF OWN CAPITAL (ON THE EXAMPLE OF  
(Alexey Ugarov OEMK)**

**Ishkova A.S., Kasper A.V.**

*Stary Oskol branch of Belgorod state national research University, Russia, Stary Oskol  
nunya.ishkova@yandex.ru, han22123@mail.ru*

***Annotation.** The article is devoted to the consideration of proposals for improving equity capital on the example of a metallurgical enterprise.*

**Keywords:** equity capital; additional capital; capital; authorized capital; shares; contributions; reinvestment.

В настоящее время капитал является важным элементом функционирования любой организации. Капитал характеризуется общей стоимостью средств в денежной, материальной и интеллектуальной собственности, вложенных в формирование его активов. В широком смысле, данное понятие обозначает, что капитал – это все, что имеет возможность приносить доход, или ресурсы, созданные человечеством для производства товаров и услуг. Если рассматривать понятие капитала в более узком смысле, то под капиталом понимается вложенный в дело, работающий источник дохода в виде средств производства (физический капитал)[2].

Капитал характеризуется общей стоимостью средств в денежной, материальной и интеллектуальной собственности, вложенных в формирование его активов.

В бухгалтерском учете общества отражается сумма уставного капитала, соответствующая фиксированной сумме в учредительных документах, в виде совокупности акций по номинальной стоимости, принадлежащих учредителям (акционерам). Эффективные капитальные затраты могут быть определены в результате их связи со стоимостью, необходимой для достижения этого эффекта. Собственный капитал АО "Оэмк им. А.А. Угарова" включает в себя следующие составные элементы: уставный капитал, добавочный капитал, резервный капитал и нераспределенная прибыль.

Чтобы повысить доли собственного капитала, важно увеличить уставный капитал капитала следующими методами (Рис.1)[1]:

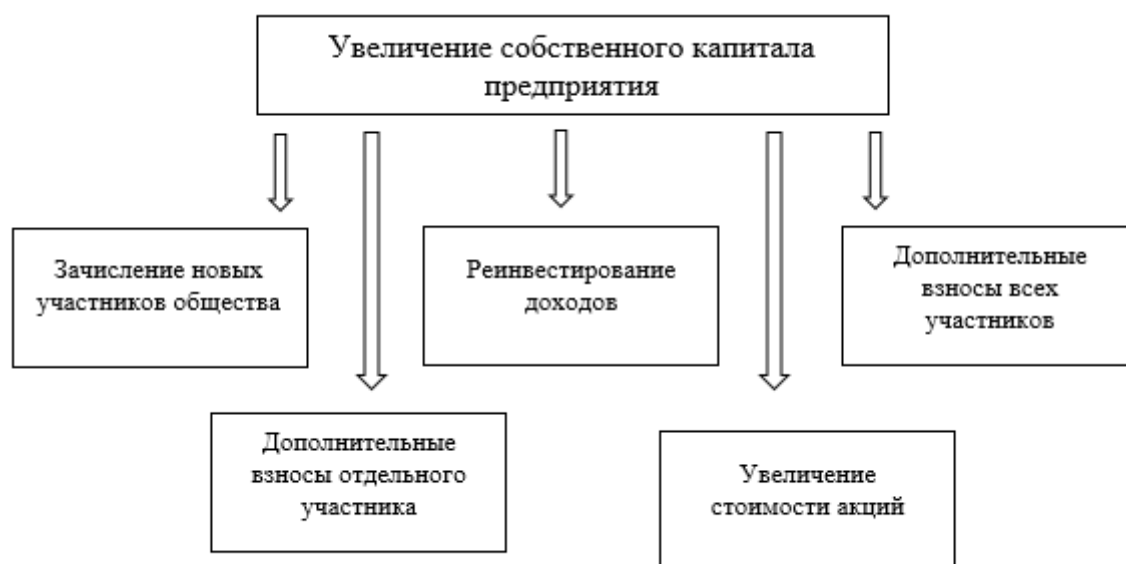


Рис.1 – Увеличение собственного капитала организации

Зачисление новых участников общества (акционеров). Высшим органом управления общества является собрание акционеров, приём новых кандидатов проводится путем голосования. Одним из предметов обсуждения, которое сопровождает голосование, является сумма вносимого взноса, порядок его внесения.

Такой способ увеличения суммы капитала в большинстве случаев приводит к уменьшению размера долей участников в процентном отношении. Чтобы устранить эту «потерю», необходимо установить курсовую стоимость доли, передаваемой новому участнику, который в несколько раз превышает стоимость взносов от 80 активных членов компании. Впоследствии, участник приобретает долю, номинальная стоимость которой меньше уплаченных за нее средств. Акция, принадлежащая учредителю общества, не представляет прав голоса до момента ее полной оплаты. Акционеры, не полностью

оплатившие акции, несут солидарную ответственность по обязательствам общества в пределах неоплаченной части стоимости принадлежащих им акций.

Реинвестирование доходов- способ увеличения авторитета капитала возможен только в компаниях, которые получают прибыль в результате годовой экономической деятельности. Каждый участник имеет право на получение доли прибыли от легальной предпринимательской деятельности. В любом случае участники имеют право распределять свою долю выгод и развития своего сообщества, то есть реинвестировать[4].

Этот подход характеризуется тем, что номинальная стоимость акций всех участников увеличивается, но их процентная стоимость остается неизменной. Положительным моментом для участников является то, что им не требуется дополнительная оплата при инвестировании. Вам не нужно ничего платить, потому что сообщество платит, но с деньгами участников.

Психологически легко отдать деньги, которые вы еще не получили. Решение об реинвестировании доходов принимает общее собрание акционеров. На реинвестирование может быть направлена как вся прибыль, так и ее часть, определенная собранием.

Дополнительные взносы как всех участников общества, сумма которых обговаривается заранее. Общее собрание акционеров вправе принять решение о внесении вкладов в имущество общества как пропорционально, так и непропорционально принадлежащей акционеру долей акций в уставном капитале общества.

Дополнительные взносы отдельного участника общества. Собрание общества может принять такое решения после заявления инициатора. В заявлении указывается размер, порядок, срок и др. сведения имеющие значения. Увеличения капитала может быть принято путём единогласия акционеров. Вклады в имущество общества могут вноситься ценными бумагами, деньгами, другими вещами или имущественными правами либо иными имеющими денежную оценку правами[3].

Увеличение уставного капитала общества путем увеличения номинальной стоимости акций или путем размещения дополнительных акций.

Решение об увеличении уставного капитала путем увеличения номинальной стоимости акций принимается общим собранием акционеров. Решение об увеличении уставного капитала путем размещения дополнительных акций принимается общим собранием общества. Дополнительные акции могут быть размещены обществом только в пределах количества объявленных акций, установленного настоящим уставом общества.

Решение вопроса об увеличении уставного капитала АО "Оэмк им. А.А. Угарова" путем размещения дополнительных акций может быть принято общим собранием акционеров одновременно с решением о внесении в настоящий устав изменений об

объявленных ценных бумагах.

Таким образом, в системе контроля деятельности АО "Оэмк им. А.А. Угарова" необходимо больше внимания уделять совершенствованию контроля собственного капитала. Вместе с тем, необходимо разработать и рекомендовать для использования методику контроля операций с собственным капиталом и улучшения его результатов.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Голощапова, Т.В., Хальнина Ю.А. Исследование факторов, влияющих на финансовые результаты предприятия [Текст] / Т.В. Голощапова, Ю.А.Хальнина // Школа университетской науки. - 2018. -№2. – 421 с.;

2. Дрягина, Л.А. Организационные аспекты построения интегрированной системы учета на предприятии [Текст] / Л.А. Дрягина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. - 2017. - Т. 12. № 4. - С. 514-520;

3. Лытнева, Н.А. Концептуальные направления совершенствования системы устойчивым развитием промышленных предприятий [Текст]: монография / Н.А. Лытнева. – Орел: Изд-во ОрелГИЭТ, 2018. – 120 с.;

4. Шнейдман Л.З. Бухгалтерский учет и налогообложение [Текст]// Бухгалтерский учет. 2019. № 5. – 233 с.;

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УПРОЩЕННЫХ ФОРМ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ

**Мегина Л.А.**

*Старооскольский филиал ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Россия, Старый Оскол  
luba.megina@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные аспекты ведения упрощенной формы бухгалтерской отчетности малого предприятия, информационные особенности, возникающие при формировании ключевых показателей и их востребованность для различных групп заинтересованных пользователей.

**Ключевые слова:** малое предпринимательство; бухгалтерский учет; упрощенная финансовая отчетность; пользователи информации, финансовый анализ.

## FEATURES OF FORMATION OF SIMPLIFIED FORMS ACCOUNTING REPORTING

**Megina L.A.**

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russia  
luba.megina@mail.ru*

**Annotation.** The article discusses the current aspects of maintaining a simplified form of financial statements of a small enterprise, informational features that arise in the formation of key indicators and their relevance for various groups of interested users.

**Keywords:** small business; Accounting; simplified financial reporting; information users, financial analysis.

В процессе своей деятельности компания, ежедневно совершает различные операции и сделки. Знание того, как систематизировать и анализировать информацию, является важным моментом для обеспечения перспективного развития и успеха компании в будущем. Именно поэтому субъекты малого предпринимательства должны обладать достоверной информацией о своем финансовом состоянии и финансовых результатах. Стабильность финансового положения и эффективность хозяйственной деятельности являются гарантией

получения кредитов и займов (в случае недостатка собственных источников финансирования), а также возможности участия в тендерах.

Современная российская система бухгалтерского учета и формирования отчетности представлена в двух вариантах:

- во-первых, к применению предполагается разработанная концепция, которую применяют профильные специалисты в области бухгалтерского учета, анализа и аудита. В качестве позитивных аспектов данного подхода следует отметить профессионализм, который положен в основу обоснования и принятия оптимальных управленческих решений. При этом, в рамках малого предприятия такой подход не всегда оправдан, так как необходимы решения, требующие минимальных затрат.

- во-вторых, реализуется система бухгалтерского учета, представляющая собой упрощенную форму, формирование отчетности при этом включает систему характеристик имущественного положения, определяющих состояние субъекта с применением упрощенной методологии, существенно упрощающей и удешевляющей процесс учета. Данный подход также не лишен недостатков. Его применение искажает методику определения типичных показателей и методик финансово-экономического анализа, что нередко приводит к неверным интерпретациям состояния предприятия [2].

Это факт требует совершенствования методических подходов как процесса формирования отчетности субъектов малого предпринимательства, так и процесса построения методики анализа бухгалтерской отчетности. Также необходимо обратить внимание на особенности учета имущественных объектов малого бизнеса, которые определенным образом оказывают влияние на процесс формирования бухгалтерской отчетности организации.

Представим ключевые моменты особенностей учета имущественных объектов малого бизнеса (таблица 1).

Таблица 1 – Особенности учета имущественных объектов при упрощенной системе учета

Учет основных средств	Учет материально-производственных запасов	Учет нематериальных активов и НИОКР
- определение первоначальной стоимости; - начисление амортизации; - единовременное списание стоимости объект основного средства	- определение фактической себестоимости объекта; - порядок списания МПЗ на производство; - списание МПЗ для нужд управленческого характера	- отражение стоимости НМА в бухгалтерском учете; - списание затрат, связанных с осуществлением НИОКР



Исходя из данных таблицы можно сделать вывод, что оценка и выбор методических приемов бухгалтерского учета и формирования финансовой отчетности фирмы зависят от отраслевых особенностей финансово-хозяйственной деятельности организации, а также основных элементов учетной политики организации.

Также современные аналитики акцентируют внимание на том, что упрощенные формы бухгалтерской отчетности не обладают достаточной степенью детализации, что серьезно усложняет либо ограничивает осуществление аналитических процедур, а в определенных условиях делает их невозможными, так как методические подходы к проведению анализа адаптированы для общим формам отчетности.

Грамотное ведение данных финансово-хозяйственной деятельности и соблюдение всех нюансов не только дает возможность организации преуспевать в выбранном деле, но и привлекает внешних пользователей (заимодавцев, банков, возможных трейдеров, поставщиков и др.) которые могут сыграть важную роль при построении бизнеса[1].

Основное внимание таких пользователей направлено на данные платежеспособности компании и ее официальную деятельность. Общее финансовое состояние малого предприятия можно оценить на основании следующих показателей: структуры и динамики имущества и источников финансирования, ликвидности и платежеспособности, финансовой устойчивости, финансовых результатов деятельности.

Очень часто упрощенная форма финансовой отчетности вводит в заблуждение еще не опытных владельцев. Следует точно понимать какие показатели нужно раскрывать детально, а какие можно опустить.

Для примера рассмотрим оценку структуры и динамики имущества (активов). Которая позволяет оценить соотношение основного и оборотного капитала, доли запасов в оборотных активах, а также изменения их стоимости за анализируемый период. При этом структура и динамика источников финансирования (пассивов) предоставляет данные о собственной доли, количестве заемных и привлеченных средств, а также их изменение за анализируемый период.

Однако важно понимать, что данный показатель не всегда важен при оценке малого предприятия, потому что вес уставного капитала обычно совсем небольшим. Поэтому у таких предприятий вся текущая деятельность осуществляется за счет собственных средств и кредиторской задолженности. При этом даже торгово-закупочная деятельность и расчетные операции проводятся на условиях предоплаты либо за счет получения коммерческого (товарного) кредита[3].

В свою очередь, одним из важнейших критериев оценки финансового положения малого предприятия является его платежеспособность и ликвидность. Благодаря оценке и

анализу которых возможно осуществить превентивные антикризисные меры, позволяющие своевременно и в полном объеме осуществлять расчеты по текущим обязательствам.

Таким образом, можно сделать вывод, что ключевой методической задачей является усовершенствование подхода к формированию отчетности субъектом малого бизнеса, а также адаптация аналитических методик с целью обеспечения возрастающих аналитических потребностей как внутренних, так и внешних пользователей информации финансового характера.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кемаева С.А., Бондаренко В.В. Анализ упрощенных форм бухгалтерской отчетности малых предприятий // Экономический анализ: теория и практика. 2017. №26 (329).- С. 77-84.

2. Осокин М.А., Никитина Н.Н. Сравнение методов учета основных объектов в РСБУ и МСФО для малых предприятий // Вестник современных исследований. 2018. № 5-4 (20). - С. 286-292.

3. Садыкова Л.Г., Осокин М.А. Ключевые особенности бухгалтерского учета основных объектов на предприятиях малого бизнеса // Экономика и предпринимательство. 2016. №3 (92).- С. 648-651.

## НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕТА ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ В КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**Березина В.О., Носенко А.В.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол*

***Аннотация.** Правильная организация оборота средств в организации в рыночных условиях может стать дополнительным источником дохода для компании. Свободные денежные средства, как правило, также могут быть прибыльными. Важную роль играет управленческий анализ денежных потоков и эффективности их использования.*

**Ключевые слова:** денежные средства; учет; коммерческая организация; совершенствования учета; платежный календарь.

## DIRECTIONS FOR IMPROVING CASH ACCOUNTING IN A COMMERCIAL ORGANIZATION

**Berezina V.O., Nosenko A.V.**

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russia*

***Annotation.** The correct organization of the turnover of funds in an organization in market conditions can become an additional source of income for a company. Free cash can usually be profitable as well. An important role is played by management analysis of cash flows and the efficiency of their use.*

**Keywords:** funds; accounting; commercial organization; improving accounting; payment schedule.

Все факторы, влияющие на формирование денежных потоков, можно разделить на внешние и внутренние факторы. К внешним факторам относятся: ситуация на товарном и финансовом рынках, налоговая система компаний, сложившаяся практика кредитования поставщиков и покупателей продукции, система обработки расчетных операций экономических единиц и наличие внешних источников финансирования.

Построение системы управления денежными потоками должно основываться на следующих принципах:

- информативной достоверности и прозрачности;

- плановости и контроля;
- платежеспособности и ликвидности;
- рациональности и эффективности [4].

Управление основано на наличии своевременной и достоверной учетной информации, которая создается на основе бухгалтерского учета. Информация поступает из различных источников, и необходимо соблюдать особую осторожность, чтобы обеспечить ее сбор и систематизацию, поскольку задержки и ошибки в предоставлении информации могут иметь серьезные последствия для всей компании. В то же время каждая организация самостоятельно определяет формат предоставления, частоту сбора информации и схему рабочего процесса.

Основной задачей при управлении денежными потоками является обеспечение их баланса по типу, объему, временному интервалу и другим существенным характеристикам. Чтобы успешно решить эту проблему, на предприятии должны быть внедрены системы планирования, учета, анализа и контроля. Наконец, планирование экономической деятельности всей компании, и в частности движения денежных потоков, значительно повышает эффективность управления денежными потоками, что приводит к следующему:

- сокращению текущих потребностей предприятия в них на основе увеличения оборачиваемости денежных активов и дебиторской задолженности, а также выбора рациональной структуры денежных потоков;
- эффективному использованию временно свободных денежных средств путем осуществления финансовых инвестиций предприятия;
- обеспечению профицита денежных средств и необходимой платежеспособности предприятия в текущем периоде путем синхронизации положительного и отрицательного денежного потока в разрезе каждого временного интервала [3].

Одним из основных направлений повышения эффективности управления корпоративными денежными потоками могло бы стать введение бюджетирования денежных потоков. Денежный бюджет имеет две цели.

Во-первых, конечное сальдо отображается на денежном счете в конце бюджетного периода для составления прогнозного баланса. Во-вторых, прогноз остатков денежных средств на конец каждого месяца в течение бюджетного периода показывает периоды избытка или дефицита денежных средств.

Использование бюджетирования движения денежных средств помогает ответить на вопросы: кто, когда, на какие цели и сколько сможет потратить денежных средств.

Мы также предлагаем разработать и внедрить платежный календарь для компании, который представляет собой план рациональной организации денежных потоков в

краткосрочной перспективе. Можно сократить параметры прогнозирования для плана получения и расходования денежных средств до фактической задачи создания денежных потоков в течение месяца (ежеквартально).

Такой документ позволяет максимально синхронизировать положительные и отрицательные денежные потоки, определять приоритеты платежей, обеспечивать платежеспособность экономической единицы.

Виды платежных календарей дифференцируются по видам деятельности предприятия и представлены ниже в таблице 1.1 [1].

Таблица 1.1 – Виды платежных календарей

Вид деятельности	Вид платежного календаря
Операционная	налоговый платежный календарь, календарь инкассации дебиторской задолженности, календарь обслуживания кредитов, календарь выплаты заработной платы, календарь пополнения производственных запасов
Инвестиционная	календарь реализации программы капитальных затрат, календарь получения долгосрочных кредитов

Для того чтобы усовершенствовать контроль над сохранностью и использованием денежных средств в организациях следует применять программу внутрихозяйственного контроля и учета денежных средств:

- необходимо проводить частую инвентаризацию кассы для выявления каких-либо отклонений в учете;
- необходимо усилить контроль над своевременными составлениями и сдачами авансовых отчетов сотрудниками и составить ряд наказаний за нарушения данных работ;
- повысить уровень контроля кассира за ведение и заполнение документов путем административных санкций, таких как выговор, уведомление и замечание;
- усилить контроль над заполнением всех первичных документов и реквизитов [2].

Таким образом, мы можем сказать, что аудитор должен использовать не только стандартные методы и процедуры аудита для получения полной и достоверной информации о состоянии учета денежных средств, снижения аудиторского риска и предоставления заключения о достоверности бухгалтерского учета и отчетности, но и физических лиц. Разработка аудиторского подхода должна учитывать особенности компании и требовать специальных методов аудита, разработанных самим аудитором, в частности, использования анализов, опросов, анкет, тестов и обзоров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеева, Г. И. Бухгалтерский учет [Текст]: Учебник / С. Р. Богомолец, Г. И. Алексеева, Т. П. Алавердова; Под ред. С. Р. Богомолец. - М.: МФПУ Синергия, 2016. - 720 с.
2. Иванов, И. Н. Экономический анализ деятельности предприятия [Текст]: Учебник / И. Н. Иванов. - ИНФРА-М, 2016. - 348 с.
3. Мельникова, Л. А. Бухгалтерский учет [Текст]: Учебник для бакалавров / Ю. А. Бабаев, А. М. Петров, Л. А. Мельникова; Под ред. Ю. А. Бабаев. - М.: Проспект, 2017. - 432 с.
4. Олисаева, А. В., Дзобелова, В. Б. Проблемы учета движения денежных средств организации и пути их решения [Текст]// Экономика и предпринимательство. - 2016. - № 12-3. - С. 593-595.

## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ТРУДА ПЕРСОНАЛА

**Заякина И.А., Бородаева В.С.**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет», Россия, г. Москва*

*zayakina.ia@yandex.ru*

*eluna\_laya@mail.ru*

***Аннотация.** В данной статье анализируются особенности оценки результативности труда персонала. Особое внимание уделяется методам оценки результативности труда.*

**Ключевые слова:** персонал; работники; результативность труда; оценка персонала.

## FEATURES OF STAFF PERFORMANCE ASSESSMENT

**Zayakina I.A., Borodaeva V.S.**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow Pedagogical State University»,*

*Moscow, Russia*

*zayakina.ia@yandex.ru*

*eluna\_laya@mail.ru*

***Annotation.** This article analyzes the features of evaluating the performance of personnel. Special attention is paid to methods for evaluating performance.*

**Keywords:** personnel; employees; labor efficiency; personnel evaluation.

Повышение эффективности использования инновационного потенциала персонала представляет важную задачу для организации [1]. От продуктивности и профессионализма человеческих ресурсов зависит степень достижения целей компании. Развитие цифровой экономики, повышая производительность труда, сокращает рабочее время общества в целом и каждого работника в отдельности [2]. Для вычисления уровня квалификации персонала и определения потенциала работников применяется оценка результативности труда.

Оценка результативности труда работников входит в функции службы управления персоналом и нацелена на определение степени продуктивности осуществления работы. «Оценка результатов труда является составной частью деловой оценки персонала наряду с оценкой его профессионального поведения и личностных качеств и состоит в определении

соответствия результатов труда работника поставленным целям, запланированным показателям, нормативным требованиям» [3]. Подобный процесс выполняется во всех компаниях. Даже если он не входит в обязанности службы управления персоналом, отдельные сотрудники неформально оценивают эффективность работы друг друга. Целью этого процесса является вычисление степени эффективности выполняемой персоналом работы.

Оценка результативности труда работников позволит решить задачи административного, мотивационного и информационного характера. В ряд административных задач входит: повышение/понижение по службе; перевод на иную должность; создание программ профессионального роста и развития работников; оценка профессионализма сотрудников; исключение затрат на обучение некомпетентных сотрудников и направление ресурсов на повышение квалификации трудоспособных работников.

Задачи информационного характера направлены на выявление слабых сторон работников и направления сил на их оптимизацию; поддержание работников в курсе их уровня эффективности и производительности, что поможет им вносить коррективы в профессиональное поведение, увеличивать производительность.

Мотивационные задачи решают проблемы поощрения и дальнейшего продвижения работников за высокие показатели продуктивности выполняемой работы; повышения мотивации персонала.

Практика показывает, что периодическая, плановая оценка результативности труда персонала оказывает положительное влияние на мотивацию работников, их профессиональный рост и развитие. «Таким образом, оценка степени результативности труда каждого работника - обязательный элемент контроля любой фирмы» [4].

Оценка результативности – непростая задача. «Из-за большого количества проблем, связываемых с измерением результативности, многие руководители чувствуют, что лучшее решение – заменить оценку результативности одним основным критерием, который относительно свободен от предвзятости, – трудовым стажем» [5]. Однако такой метод оценки является не совсем конструктивным.

Во многих организациях в процессе оценки результативности труда принимают участие руководители всех уровней, а также сотрудники кадрового отдела. Но перед этим всем исполнителям нужно ознакомиться с методами оценки. «В практике работы зарубежных фирм наибольшее распространение получили такие методы оценки, как графическая шкала оценки; метод альтернативного ранжирования; метод попарного



сравнения; метод принудительного распределения; метод критических случаев; рейтинговые шкалы, привязанные к качеству работника; метод управления по целям» [4].

Самым распространённым и часто применяемым методом является графическая шкала оценки. Она представляет собой перечень качественных и количественных критериев, по которым производится оценка выполнения профессиональных обязанностей работника от «неудовлетворительно» до «отлично».

Метод ранжирования позволяет дифференцировать персонал организации на лучших и худших работников.

Метод попарного сравнения предусматривает сопоставление и оценку результатов работы сотрудников, работающих в паре.

Применение этих методов позволяет оценить не только результативность труда работника на сегодняшний день, но и его способности профессионально расти и развиваться, повышать свой уровень квалификации, получать новые знания и опыт.

Каждый метод представляет собой процесс оценки выполнения профессиональных обязанностей работником по определённым критериям. «Критерии оценки персонала – признаки, рабочие характеристики, которые определяют успешность данной профессиональной деятельности» [4]. Их главной целью является определение вклада, внесённого сотрудниками в осуществление планов компании. Критериями оценки служат показатели прибыли и издержек, рост производительности, своевременность и качество выполнения плановых задач, – они могут быть качественными и количественными. Критерии оценки, закреплённые стандартом, должны быть ясными и доступными как для оцениваемого, так и для оценивающего. Важную роль в этом процессе играет предоставление полной и достоверной информации оцениваемому.

Успешное осуществление оценки результативности труда зависит от выполнения определённых требований. Во-первых, необходимо установить показатели желаемых результатов в отношении всего персонала или каждого работника в отдельности и определить методы их оценки. Для этого составляются чёткие стандарты, в которых закреплён уровень результативности труда для каждого рабочего места. Во-вторых, определить систему оценки результативности, то есть периодичность её проведения и назначение ответственного за этот процесс, другими словами – оценивающего. В-третьих, проводить сбор и мониторинг данных оценки. В-четвёртых, проанализировать результаты и сделать замечания работникам при необходимости.

Таким образом, соблюдение этих требований позволит составить целостную картину трудовой результативности. Впоследствии необходимо обеспечить связь полученных

результатов с программой поощрения работников, что поможет повысить мотивацию персонала, проявить желание и стремление к увеличению своей производительности.

Обобщая исследование, можно сделать вывод, что оценка результативности труда персонала играет важную роль в жизни каждой организации. Она является составным элементом всей системы управления и влияет на принятие многих решений в отношении работников.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.

2. Демина В. В., Заякина И. А. Дополнительная занятость как характеристика трудовой активности человеческих ресурсов // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2020. № 1. С. 8–18. DOI: 10.18384/2310-6646-2020-1-8-18

3. Либерман К. Оценка результатов труда персонала // Кадровый вопрос. 2012. №12. С. 71-76.

4. Тюленев, Л.В. Методы оценки эффективности труда персонала: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Л.В. Тюленев. Электрон.дан. Москва: Издательство ИФМО. 693 с. Режим доступа: [http://de.ifmo.ru/bk\\_netra/page.php?index=83&tutindex=3](http://de.ifmo.ru/bk_netra/page.php?index=83&tutindex=3)

5. Спиридонова С.Н. Оценки результативности труда персонала: проблемы и возможности повышения // Государственное управление: Электронный вестник. 2006. №8. 11 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

**Виноградская О.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
oxvinog@bk.ru

***Аннотация.** В статье рассматриваются современные методы управления персоналом, которые способствуют мобилизовать творческую активность персонала на достижение целей организации.*

**Ключевые слова:** персонал; мотивация; коучинг; грейдинг; метанавыки руководителя.

## MODERN TECHNOLOGIES OF HUMAN RESOURCES MANAGEMENT

**Vinogradskaya O.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
oxvinog@bk.ru

***Annotation.** The article deals with modern methods of personnel management, which help to mobilize the creative activity of personnel to achieve the goals of the organization.*

**Keywords:** personnel; motivation; coaching; grading; Manager's meta skills.

В современных условиях управление предприятием зависит от происходящих перемен в окружающей среде и связано с изменениями стратегических ориентиров в их деятельности.

Основным ресурсом любого предприятия являются кадры. Рациональное использование трудовых ресурсов, повышение уровня производительности труда оказывают значительное влияние на повышение эффективности производства. Для успешного развития предприятия необходимо грамотно управлять подбором, обучением и вознаграждением персонала. Требуется использовать и совершенствовать методы, процедуры и программы

организации этих процессов. Используемые методы представляют собой систему управления человеческими ресурсами. Всего выделяют четыре уровня такой системы:

1. Подбор персонала. Главной целью является создание необходимого резерва/запаса кандидатов на различные должности. Обычно набор ведется из внутренних и внешних источников.

2. Обучение и дальнейшее развитие персонала позволит развить навыки сотрудников, повышая при этом их квалификацию, способности и конкурентоспособность.

3. Оценка персонала.

4. Вознаграждение персонала.

Персонал представляет собой сложный объект управления в организации, так как имеет субъективные интересы, может критически относиться к предъявляемым требованиям.

Современные концепции управления персоналом прежде всего основываются на том, что значимость личности сотрудника все больше и больше возрастает, появляется необходимость изучения его мотивации, а также их правильное формирование и корректировка в зависимости от стратегических задач, которые важны компании.

Существуют различные виды мотивации. Рассмотрим их на рисунке 1.

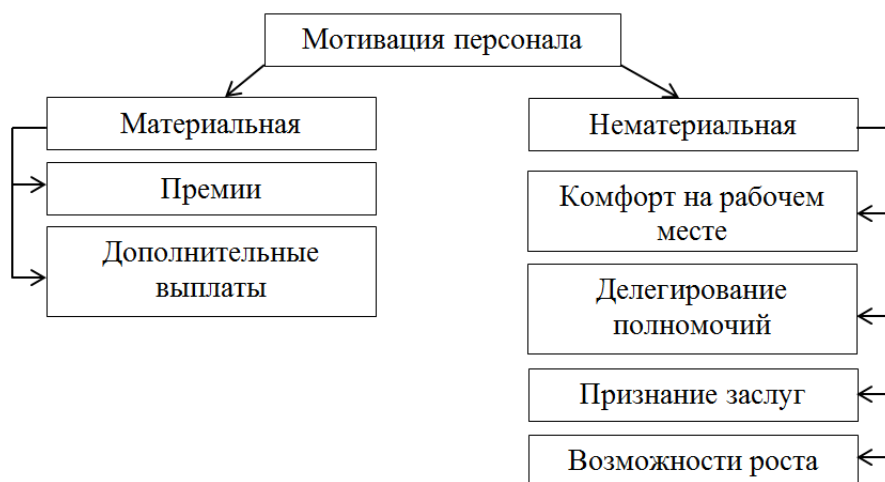


Рис. 1 – Виды мотивации персонала

Для эффективной деятельности организации необходимо искать новые пути совершенствования существующих форм управления персоналом.

На сегодняшний день все чаще в обиходе начинает упоминаться такое понятие как «метанавык». Метанавык представляет собой способность, на основе которой развиваются более конкретные умения и навыки. Чаще всего они не имеют прямого отношения к той или иной профессии. Они носят универсальный характер, что, безусловно, является их главным преимуществом.

Метанавыки, которые необходимо развивать руководителю для грамотного управления коллективом представлены в таблице 1. Развитые метанавыки руководителя и его сотрудников являются их безоговорочным конкурентным преимуществом.

Одним из инновационных методов управления персоналом является коучинг. Следует отметить, что в научной литературе не существует обобщенного определения термина «коучинг». Исследованиями коучинга занимаются такие ученые, как Н. Аткинсон, А. Грант, Б. Соуза, У. Т. Голви, К. Гриффитс, М. Дауни, Дж. Роджерс, Э. Парслоу, Дж. Уитмор и др.

Таблица 1– Метанавыки руководителя

Осознанность	Способность направлять и удерживать внимание на "внутренние объекты" - мысли, эмоции, ощущения.
Эмпатия	Способность чувствовать другого человека, его настроение
Безоценочность	Способность принимать информацию без эмоциональной интерпретации.
Гибкость	Способность свободного выбора различных способов действий в зависимости от ситуации.
Креативность	Способность к нестандартному мышлению.
Интегральное восприятие и мышление	Способность сочетать анализ и синтез, способность видеть внутренние и внешние факторы воздействия на ситуацию.
Толерантность к различиям	Способность замечать и принимать те или иные различия людей
Внимательность	Способность управлять своим вниманием
Аутентичность и проявленность	Способность быть искренним, честным, настоящим

Наиболее полным является определение Э. Гранта, согласно которому утверждается, что «коучинг – это систематический процесс сотрудничества, сфокусированный на решении и ориентированный на результат, в ходе которого коуч способствует улучшению выполнения задач, обогащению жизненного опыта, самостоятельному обучению и личностному росту людей».

Главной предпосылкой появления коучинга является то, что существует определенное убеждение, согласно которому любой работник имеет индивидуальный творческий потенциал, благодаря которому может быть достигнуты высокие результаты во всех областях жизнедеятельности. Таким образом, коучинг позволяет максимально раскрыть и эффективно реализовать потенциал личности.

В настоящее время коучинг получил широкое распространение в зарубежных странах. Однако, в отечественных условиях данное понятие является недостаточно изученным.

В рамках организации обычно применяются следующие виды коучинга:

1. бизнес – коучинг – целенаправленный процесс решения задач, который заключается в разработке пошагового плана ее решения;
2. лайф-коучинг – работа по определению и достижению личных целей сотрудника;

3. командный коучинг – особая технология командной работы, в процессе которой формируется эффективная команда. Каждый сотрудник наилучшим образом осуществляет то, относительно чего он имеет наибольший талант;

4. проектный коучинг – применим для сработанной команды, которая реализует проект. Помогает определить задачи, сроки, распределить роли и ответственность.

Применение коучинга на предприятии имеет следующие преимущества:

- экономия времени;
- повышение эффективности исполнения;
- улучшение взаимоотношений;
- большая креативность;
- быстрая и более эффективная реакция на критическую ситуацию;
- более мотивированный персонал;
- изменение культур и другие.

Таким образом, с помощью этих методов воздействуют преимущественно на сознание работников, на социальные, этические, религиозные и другие интересы людей и осуществляют моральное стимулирование трудовой деятельности. Моральная мотивация отличается особой сложностью и тонкостью. Ее конечный эффект определить трудно, но ее результаты весьма значительны.

В связи с реорганизацией бизнеса, образованием корпораций и холдингов в составе нескольких компаний все более актуальной становится задача проведения единой корпоративной политики в области стимулирования труда, которую решает система грейдинга. Автором этой методики является американский ученый Эдвард Хей.

Грейд – это группа сходных по значимости должностей со с определенным диапазоном заработной платы, которая дает возможность сравнить внутреннюю значимость должности в рамках компании с ценностью конкретной должности на рынке и определить условия материальной мотивации сотрудников.

В настоящее время система грейдинга внедрена и внедряется на многих крупных предприятиях, например, таких, как Лебединский ГОК, Михайловский ГОК, Оскольский электрометаллургический комбинат, входящих в холдинг «Металлоинвест».

Построение прозрачной системы управления персоналом, которая позволяет обеспечивать текущие потребности производства и стратегические проекты Компании квалифицированными кадрами, мотивированными на достижение поставленных целей являются главными ценностями кадровой политики предприятий, входящих в состав холдинга «Металлоинвест».

Таким образом, для повышения эффективности деятельности на предприятиях необходимо создавать условия для развития потенциала работников, проводить активную кадровую политику, внедрять инновационные методы управления персоналом. Современное управление – это взгляд на сотрудников как на огромный ресурс предприятия, где каждый сотрудник является уникальной творческой личностью, способной самостоятельно решать многие задачи, проявлять инициативу, брать на себя ответственность и принимать решение.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грант,Энтони. Коучинг принятия решений: перевод / Э. Грант, Дж. Грин. - СПб.: Питер, 2005. - 137 с. 1. Штель Т.Л., Емельяненко Е.Е.
- 2.Использование системы грейдинга как основа развития инновационной экономики / Т.Л. Штель // Вестник науки Сибири, 2015. – № 4(19). – С. 39-48.
3. Чуланова О.Л., Комарова Е.М., Фламинг Ю. Методика внедрения грейдинга в систему оплаты труда персонала организации: принципы, подходы, преимущества, риски / О.Л. Чуланова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2016. – №2-3. – С.128-138.

# АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА В УПРАВЛЕНИИ ФИНАНСАМИ КОРПОРАЦИИ

**Виноходова А.Ф., Демидова Е.Г.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

Найти решение задачи оптимальной структуры капитала с целью максимизации стоимости компании в 50-х годах прошлого века попытались многие видные ученые [1, 2].

На рисунке 1 представлены основные модели и теории структуры капитала.

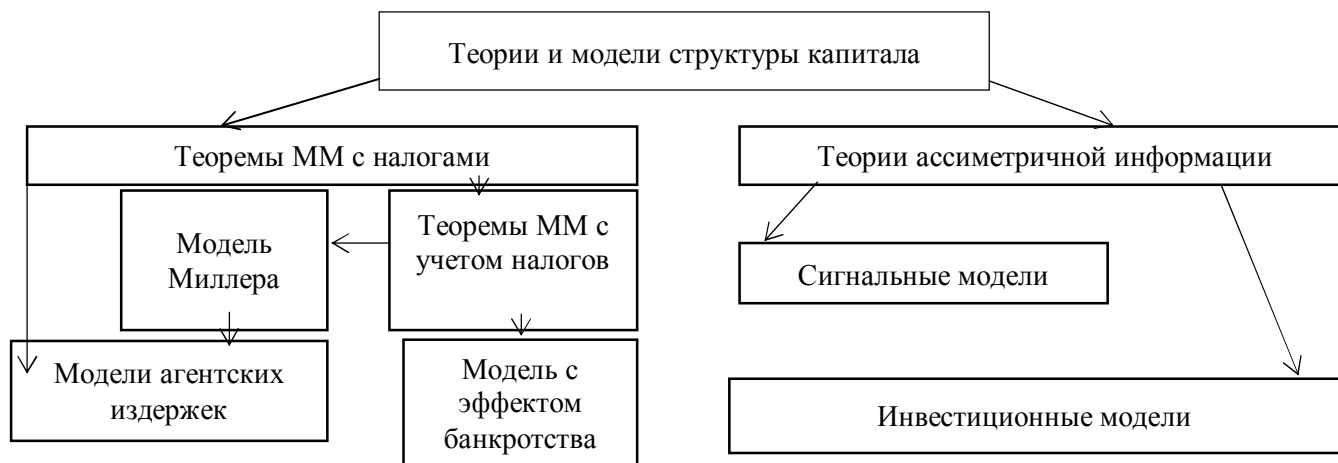


Рис. 1 – Теории и модели структуры капитала

Анализ, проведенный в рамках данного исследования, показал, что единого подхода в теории структуры капитала не существует. Однако, решения по финансированию способны оказывать влияние и на стратегию компании, и на стоимость финансовых ресурсов, и на благосостояние акционеров. Запас гибкости в принятии ключевых управленческих решений достигается путем формирования структуры капитала, которая позволяет сокращать или увеличивать доли различных финансовых инструментов в зависимости от тенденций на рынке капитала [3]. Результатом теоретических исследований выбора структуры капитала стал вывод о том что, основными факторами, влияющими на оптимальную структуру корпоративного капитала, являются следующие: результаты деятельности корпорации, условия предоставления заемного капитала, налоговая нагрузка, ликвидность активов, дивидендная политика корпорации, агентские издержки, а также размер компании.

Объектом исследования явилось АО «ХК «Металлоинвест» [4]. Динамика основных финансовых результатов производственно – хозяйственной деятельности АО «ХК «Металлоинвест» за 2017 – 2019 годы представлена на рисунке 2.



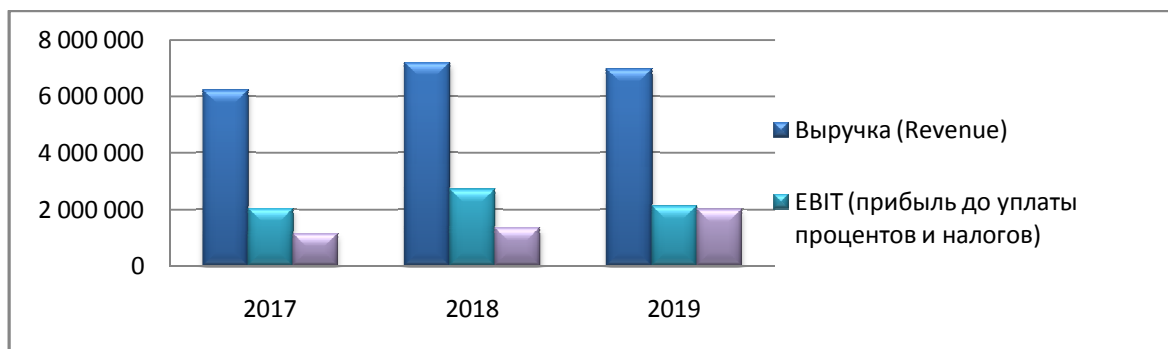


Рис. 2 – Динамика основных финансовых результатов производственно – хозяйственной деятельности АО «ХК «Металлоинвест» за 2017 – 2019 годы

На рисунке видно, что в 2019 году выручка и операционная прибыль (ЕВИТ) компании ниже, чем в 2018 году, однако, совокупный финансовый результат выше уровня 2018 года за счет прочего совокупного дохода.

Динамика акционерного капитала и чистых активов АО «ХК «Металлоинвест» в 2017-2019 годах наглядно представлена на рисунке 3.

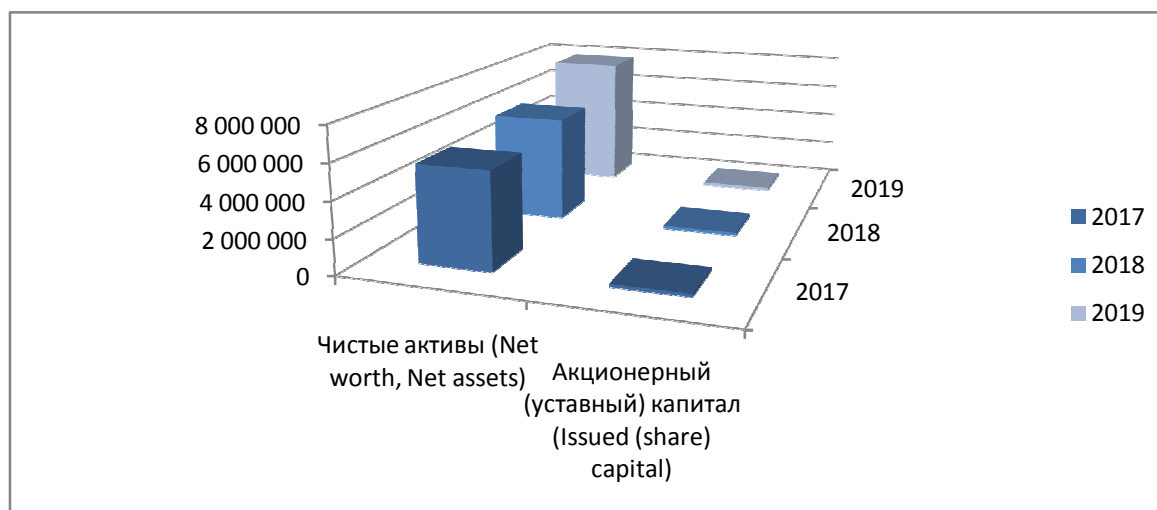


Рис. 3 – Динамика акционерного капитала и чистых активов АО «ХК «Металлоинвест» в 2017-2019 годах

Проведенное исследование структуры капитала компании позволило определить структуру капитала АО «ХК «Металлоинвест», следующим образом: объем заемного капитала за анализируемый период 2017 – 2019 года снизились на 7% или на 388 520 тысяч долларов, а собственный капитал увеличился на 2 311 135 тысяч долларов или на 243,9%.

Результаты проведенного исследования эффективности стратегии формирования капитала АО «ХК «Металлоинвест» обобщены и представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика показателей, позволяющих оценить эффективность стратегии формирования капитала АО «ХК «Металлоинвест» за 2017-2019 гг.

Показатель	2017	2018	2019
Структура капитала (собственный/заемный), %	15/85	26/74	39/61

Рентабельность активов, ROA%	8,06	10,22	7,01
Рентабельность всего капитала, ROCE, %	37,34	45,08	27,48
Рентабельность собственного капитала, ROE, %	29,8	38,1	30,8
Средневзвешенная стоимость капитала (WACC), %	169,62	332,17	523,4
Коэффициент финансовой устойчивости	0,15	0,26	0,39

При расчете средневзвешенной стоимости капитала WACC исходили из того, что номинальная стоимость акций АО «ХК «Металлоинвест» составляет 0,0017 тыс. долларов США за одну обыкновенную акцию. Дивидендные выплаты на одну акцию составили в 2017 году 0,0185 тыс. долларов, в 2018 году – 0,0214 тысяч, долларов, а в 2019 году – 0,0224 тыс. долларов на акцию. Таким образом, цена собственного капитала может быть рассчитана как отношение выплаты на одну акцию к её номинальной стоимости, т.е. размер дивиденда [5].

Так, в 2017 году стоимость собственного капитала составляет  $0,0185/0,0017*100 = 1088 \%$ ,

в 2018 году  $= 0,0214/0,0017*100 = 1259 \%$ ;

в 2019 году  $= 0,0224/0,0017*100 = 1318 \%$ .

Такая дивидендная политика компании явно направлена на повышение рыночной стоимости холдинга, так как удовлетворяет интересы собственников и обеспечивает доходность инвестиций в ценные бумаги компании на уровне в сотни раз превышающем рыночную норму доходности. Именно высокая стоимость собственного капитала, то есть размер выплачиваемых компанией дивидендных выплат снижает коэффициент капитализации самой компании. Большая часть чистой прибыли направляется на выплату дивидендов, а финансирование активов происходит за счет более дешевого заемного капитала.

Обращаясь к теории Модильяни - Миллера, оптимальная дивидендная политика заключается в том, что дивиденды начисляются после того, как изучены все возможности капитализации (реинвестирования) прибыли. То есть, в рамках теории Модильяни и Миллера дивидендная политика проводится по остаточному принципу, а цена собственного капитала компании вообще не учитывается. Однако на практике, дивидендная доходность имеет приоритетное значение, так как, увеличивая долю прибыли, направляемую на выплату дивидендов, происходит повышение рыночной стоимости компании и растёт благосостояние ее акционеров. Это подтверждает утверждение сторонников «сигнальной теории» формирования структуры капитала, основанной на том, что чем больше доля заемных средств в общей величине капитала, тем больше финансовый риск и угроза банкротства, а это приводит к повышению требуемой собственниками капитала доходности.

Проведенный анализ позволяет заключить, что с позиции рентабельности капитала, лучшим вариантом формирования совокупного капитала был 2018 год со структурой

капитала 26/74. Именно в этом году отмечается наибольшая рентабельность активов и капитала. В 2017 году при структуре капитала 15/85 все анализируемые показатели рентабельности ниже уровня 2018 года. При увеличении доли собственного капитала до 39% в структуре капитала, показатели рентабельности заметно снижаются, однако повышается финансовая устойчивость и независимость компании от внешних источников финансирования, что, безусловно, снижает финансовые риски, делает компанию более привлекательной для инвесторов и кредиторов.

Средневзвешенная стоимость капитала увеличивается, это связано с тем, что собственный капитал дороже привлеченного и выражается в размере выплачиваемых собственникам компании дивидендах. Доля собственного капитала в структуре совокупных средств увеличивается.

Проведенный анализ позволяет заключить, что размер собственного капитала компании на протяжении анализируемого периода увеличивается, а заемного снижается. Преобладание (более 60%) в структуре капитала заемных средств является рискованным с точки зрения финансовой устойчивости и платежеспособности, и требует грамотного управления активами, с целью роста их рентабельности. В противном случае, увеличение доли заемного капитала может привести к снижению прибыли, а преобладание собственного капитала в структуре капитала снижает его рентабельность. Изменение внешнеэкономических условий хозяйствования, а именно рост конкуренции и падение мировых цен на продукцию заставило компанию пойти на увеличение доли собственного капитала в структуре пассивов для поддержания финансовой устойчивости [6] в ущерб рентабельности собственного капитала.

Проведенный анализ корпоративной стратегии формирования капитала АО «ХК «Металлоинвест» позволяет заключить, что:

- стоимость компании возрастает за счет увеличения стоимости чистых активов, большой доли материальных активов и высоких дивидендов;
- финансовая устойчивость компании повышается за счет снижения доли заемного капитала;
- собственный капитал используется для финансирования краткосрочных обязательств, а заемный капитал – для финансирования долгосрочных обязательств.

При этом деловая активность, рентабельность активов, совокупного и собственного капитала снижаются, средневзвешенная стоимость капитала увеличивается за счет высоких дивидендных выплат, плечо финансового рычага снижается, так как доля заемных средств в структуре капитала снижается.

Также следует отметить, что эффект финансового левириджа, то есть приращения к рентабельности собственных средств при разном соотношении собственных и заемных средств в структуре капитала напрямую зависит от дифференциала финансового рычага, то есть от рентабельности активов и стоимости заемных средств. Поэтому при управлении капиталом следует учитывать не только источники формирования, но и эффективность его использования, а также анализировать влияние управленческих решений на эффективность деятельности компании в целом с учетом приемлемого уровня доходности и риска. Это диктует необходимость анализа факторов, непосредственно влияющих на изменение рентабельности активов и собственного капитала с целью совершенствования стратегии формирования капитала корпорации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Модильяни Ф., Миллер М. Сколько стоит фирма? / Пер. с англ. — М.: Дело. 1999, С. 44.
2. Modigliani, F., Miller, M. Corporate Income Taxes and the Cost of Capital. — American Economic Review. 1963. Vol. 53. P. 432.
3. Финансы / Под ред. Дж. Итуэлла, М. Милгейта, П. Ньюмена / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Изд-во ГУВШЭ, 2008.
4. Официальный сайт компании АО «ХК «Металлоинвест» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.metalloinvest.com/> (Дата обращения 22.11.2020)
5. Брусов П.Н., Филатова Т.В., Орехова Н.П., Брусов П.П., Брусова А.П. Современный подход к дивидендной политике компании // Финансы и кредит. - 2012. - № 37 (517). - С. 19-32.
6. Обзор рынка черной металлургии - 2019. Исследовательский центр компании «Делойт» в СНГ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/research-center/metals-1h-2019.pdf> (Дата обращения 25.11.2020)

## ОПТИМИЗАЦИЯ КОСВЕННЫХ ЗАТРАТ В АО «ОЭМК»

**Власова В.В.**

*Старооскольский филиал,*

*Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе*

*(СОФ МГРИ), Россия г. Старый Оскол, тел.: 8-929-002-20-82*

*v.crist@yandex.ru*

***Аннотация.** Современные экономические преобразования диктуют внедрение прогрессивных форм учета как прямых, так и косвенных затрат. Процесс формирования бюджета выступает целостной, четко работающей системой непрерывного планирования и учета, включающей все основополагающие вопросы: от постановки целей и задач до контроля их выполнения на всех стадиях.*

**Ключевые слова:** косвенные затраты; анализ; издержки; бюджетная модель; стратегия; планирование; калькулирование.

## OPTIMIZATION OF INDIRECT COSTS IN AO OEMK

**Vlasova V.V.**

*Stary Oskol branch, Russian state geological prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze*

*(SOF MGRI), Russia, Stary Oskol, tel.: 8-929-002-20-82*

*v.crist@yandex.ru*

***Annotation.** Modern economic transformations dictate the introduction of progressive forms of accounting for both direct and indirect costs. The budget formation process is a complete, well-functioning system of continuous planning and accounting, which includes all the fundamental issues: from setting goals and objectives to monitoring their implementation at all stages.*

**Keywords:** indirect cost; analysis; cost; budget model; strategy; planning; calculation.

Основной целью исследования выступила оптимизация учета общепроизводственных и общехозяйственных затрат в АО «ОЭМК».

В процессе анализа системы бюджетирования было выявлено: отсутствие взаимосвязи стратегии развития АО «ОЭМК» с показателями бюджетов бизнес-процессов; невысокая степень прозрачности процессов планирования и бюджетирования; значительно занижено предназначение бюджетирования. Нами рекомендовано внедрить процессно-

ориентированную систему бюджетирования в исследуемой организации, направленной на снижение издержек производства и, прежде всего общепроизводственных и общехозяйственных расходов. При внедрении системы процессно-ориентированного бюджетирования в АО «ОЭМК» целесообразно, обеспечить прямую связь показателей бюджетов со стратегическими целями функционирования.

Во - первых, процесс бюджетирования следует начинать с установления целей функционирования, бизнес-процессов, а также формирования сбалансированной системы показателей. Во-вторых, максимально использовать возможности, функционирующей у предприятия классической методики. В - третьих, бюджетная структура, как правило, должна включать бюджеты центров ответственности и бизнес-процессов [2].

Нами предложен календарный план построения бюджетирования (таблица 1).

Таблица 1 – Календарный план построения процессно-ориентированного бюджетирования

Этапы	Распределение функций период перехода к процессно-ориентированному бюджетированию				
	Квартал л	Квартал л	Квартал л	Квартал л	Квартал л
Организационная и методическая подготовка	■				
Формирование стратегии организации	■	■			
Формирование сети бизнес-процессов, и ее регламентация	■	■			
Формирование организационной структуры предприятия	■	■			
Формирование сбалансированной системы показателей		■			
Формирование финансовой структуры		■			
Формирование бюджетной модели		■	■		
Осуществление корректировки показателей и анализ бухгалтерского, управленческого и финансового учетов		■	■		
Осуществление корректировки учетной политики			■		
Формирование или же осуществление корректировки бюджетного комитета			■		
Цикл бюджетирования				■	
Формирование бюджетов				■	
Согласование бюджетов				■	■
Утверждение бюджетов				■	■
Исполнение бюджетов				■	■
Анализ системы исполнения бюджетов				■	■
Принятие управленческих решений				■	■

Для перехода к процессно-ориентированному бюджетированию исследуемой

организации предложена бюджетная модель, отражающая общую структуру, а также взаимосвязи бюджетов исследуемой организации (рисунок 1).

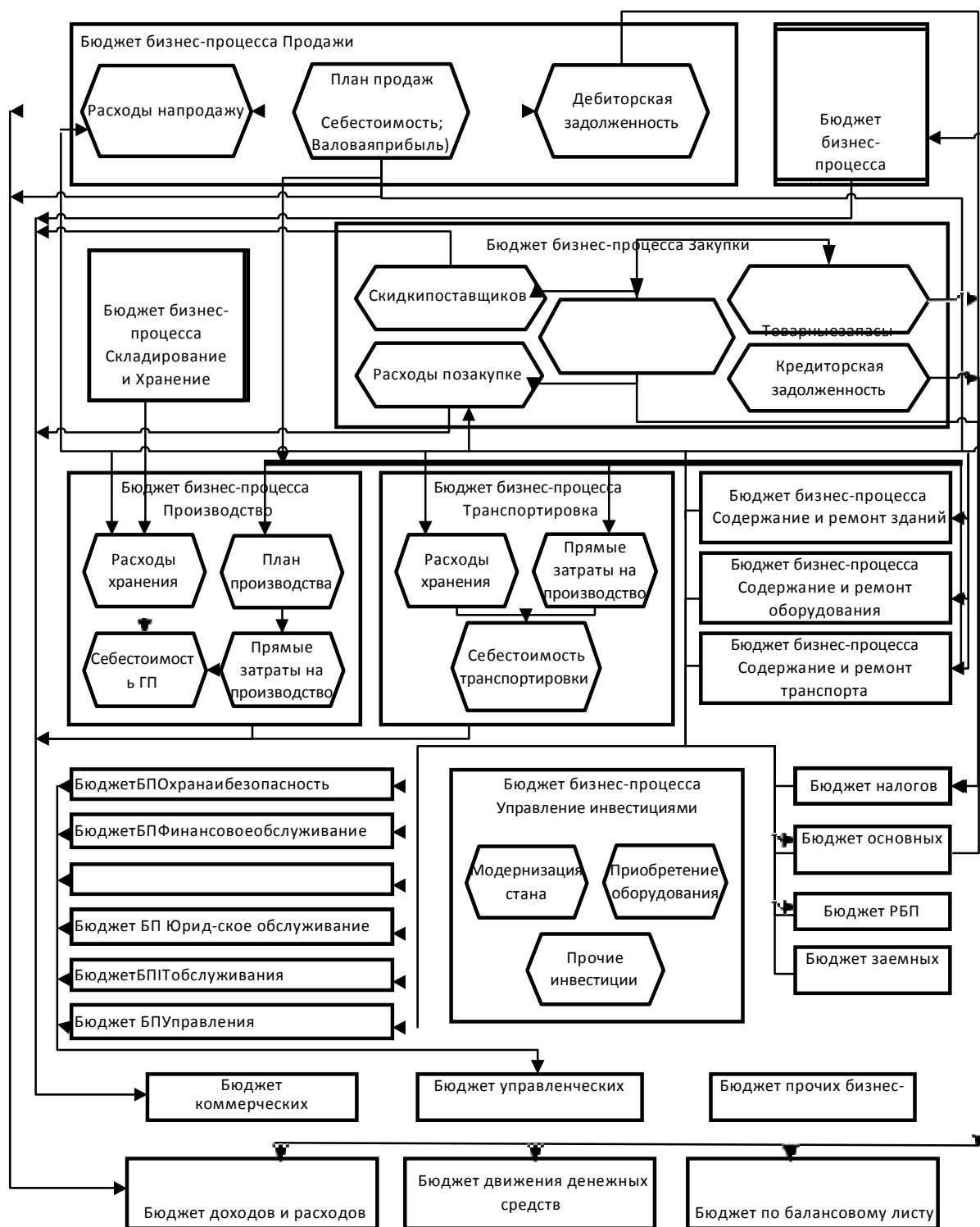


Рис. 1 – Бюджетная модель процессно-ориентированного бюджетирования

Бюджеты, отраженные в модели имеют разную степень детализации. Бизнес-процессы определяют одноименные бюджеты, формируемые в конечном итоге по организации в целом, суммируя показатели, которые к ним относятся [1]. С целью более эффективного управления каналами продаж, финансовые показатели бизнес-процессов

сгруппированы в бюджеты центров ответственности [2].

На базе бюджетов бизнес-процессов складываются итоги, которые состоят из бюджета доходов и расходов, а также бюджета движения денежных средств, бюджета по балансовому листу [3].

Позитивные результаты методики процессно-ориентированного бюджетирования в исследуемой организации ОАО «ОЭМК» можно выразить таким образом: уменьшение количества задержек поставок продукции покупателям на 85%; сокращение неснижаемых остатков запасов на складах на 32%; - увеличение оборачиваемости запасов на 25%; снижение величины незавершенного производства на 15%; рост производительности оборудования и персонала на 10%.; совершенствование учета косвенных расходов и снижение их величины на 5%.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Об утверждении Положения по бухгалтерскому учету «Расходы организации» ПБУ 10/99» [Электронный ресурс]: приказ Минфина РФ от 6 мая 1999 г. № 33н (с дополнениями и изменениями) // (Официальный интернет-портал правовой информации [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru), 06.05.2016, №0001201505060015).

2. Бабаев, Ю.А. Бухгалтерский учет [Текст]: учебник для студентов вузов 2-е изд./ Ю.А. Бабаев, И.П. Комиссарова. 2 изд., перераб. - М.: Изд-во КноРус, 2016. - 527с.

3. Любшин, С.А. Бухгалтерский учет и анализ [Текст]: учеб. пособие /С.А. Любшин .- М.: Изд-во Юрайт, 2016.- 604 с.



# МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Гусев Д.С., Новикова О.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** В статье описаны методы анализа рисков. Рассмотрены основные аспекты процесса совершенствования системы управления риском промышленного предприятия: процесс и предложен механизм управления с применение сбалансированной системы показателей.*

**Ключевые слова:** риск; управление риском; методы оценки и снижения рисков.

## INDUSTRIAL ENTERPRISE RISK MANAGEMENT METHODOLOGY

**Gusev D.S., Novikova O.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The article describes the methods of risk analysis. The main aspects of the process of improving the risk management system of an industrial enterprise are considered: the process and the management mechanism with the use of a balanced scorecard are proposed.*

**Keywords:** risk; risk management; methods of risk assessment and mitigation.

Деятельность любого промышленного предприятия при принятии управленческих решений связано с некоторой степенью риска. Эффективность невозможна без прогнозирования, анализа и оценки, поскольку функционирование предприятия происходит на рынке в условиях неопределенности. В связи с этим необходимо четко понимать принципы и формировать методические подходы к описанию рисков основных бизнес – процессов: поставка, производство, сбыт. Построение карты рисков промышленного предприятия с применением аналитических методов способствует формированию эффективной системы управления.

Новые реалии диктуют применение новых механизмов управления, которые должны быть трансформируемыми, способными изменяться в соответствии с основными бизнес-

процессами промышленных предприятий и появлением новых производственных задач, решение которых требует совершенствования системы управления рисками.

Для выявления перспективных инструментов управления предприятиями целесообразно использовать сбалансированную систему показателей.

Процесс управления и снижения рисков отвечает требованиям сбалансированной системы показателей, обеспечивающей наглядное представление зависимости ключевых показателей эффективности от отдельных показателей и значений.

Для успешного внедрения и функционирования сбалансированной системы показателей на промышленном предприятии ключевые показатели эффективности требуют некоторой систематизации и классификации.

Ключевые показатели эффективности в области продаж могут быть систематизированы следующим образом:

1) количественные показатели:

- по результатам (продажи, прибыль, продажи на клиента, количество заказов, количество новых заказов);

- по активности (контакты, контакты на клиента, количество предложений);

- комбинированные (по результатам и активности - отношение продаж к контактам, отношение количества заказов к количеству предложений; по компенсации и расходам - отношение комиссионных к продажам, отношение комиссионных к прибыли, отношение расходов к прибыли, отношение расходов к контактам);

2) качественные показатели:

- навыки и умения (идентификация запросов потенциальных заказчиков, качество презентаций, способность снимать возражения);

- отношения с потребителями (удовлетворенность внешним видом продавца, эффективность рекомендаций, количество жалоб на продавца);

- организованность (подготовка к презентации, разработка маршрута поездок, ведение карточки покупателя);

- знание продуктов /услуг (знание собственно продуктов /услуг, знание потребительских выгод продуктов /услуг, знание сильных и слабых сторон своих и конкурентных продуктов /услуг).

Р. Капланом и Д. Нортоном [1], предложена классификация маркетинговых и сбытовых показателей. В соответствии со своим содержанием они распределены по семи категориям:

- затраты / прибыль: речь идет о данных бухгалтерской отчетности, которые применяются при управлении доходами. Целью введения данных показателей является

получение как можно большей выгоды за счет увеличения оборота или сокращения затрат;

- результативность: показатели этой категории позволяют контролировать результативность маркетинговой деятельности – еще до того момента, когда она будет выражена конкретно в показателях оборота или прибыли. Первостепенную значимость имеют качественные характеристики из сферы сбыта, сервисного обслуживания и разработок;

- сбыт: управление внешней и внутренней службой сбыта «с оглядкой» на экономические результаты и эффективность на рынке. Основанием для этого служат как количественные, так и качественные критерии;

- логистика: показатели, касающиеся хранения и транспортировки товаров из области управления цепочками поставок;

- клиенты: грамотное управление взаимоотношениями с клиентами рассматривается не только как забота о будущем компании, но и как залог получения прибыли;

- информация и инновации: анализируется, как организация с развитой культурой обучения применяет полученные результаты в дальнейшей работе, чтобы более эффективно использовать свои ресурсы. Эти показатели отражают рациональность использования информации и готовность компании к инновациям;

- партнеры по сбыту: специфические показатели, которые относятся к анализу отношений с партнерами.

Особо следует подчеркнуть, что грамотно построенная система показателей работает также и с данными отчетности.

Так, для определения некоторых важных показателей, например, прибыльности отдельных продуктов или клиентов, необходимо иметь доступ к детальным данным о затратах и прибылях, данных учета по рынкам сбыта и по продуктам, клиентам, регионам и т.д.

Концепция сбалансированной системы показателей при определении первостепенных целей и параметров измерения эффективности предприятия на первый план выводит финансовую сферу: прибыль, оборот и доля капитала. Достижение данных показателей относится к сфере финансового менеджера.

Применение сбалансированной системы показателей при управлении рисками подчеркивает их использование на ранних этапах идентификации рисков и необходимость четкого понимания перечня работ по снижению ущерба от наступления рисковог события.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Kaplan, R.S. Norton, D.P. The strategy-focused Organization: How Balanced Scorecard

Companies Thrive in The New Business Environment. - Boston: Harvard Business School Press, 2001.

2. Гусев Д.С. Управление рисками промышленного предприятия в контексте сбалансированной системы показателей: методический аспект// Вестник БУКЭП.- 2019.-№ 6(79).- 245-257.

3. Крылов С.И. Сбалансированная система показателей в управлении рисками// Международный бухгалтерский учет.-2014.-№42(336).-13-20.

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ОСНОВЕ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ

Демидова Е.Г., Виноходова А.Ф.

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

Оценить возможности и эффективность деятельности компании помогает такое понятие как экономический потенциал. Данный термин охватывает множество аспектов, таких как, кадровый потенциал, технический потенциал, управленческий потенциал, маркетинговый, финансовый и инновационный потенциалы [1]. Структура экономического потенциала включает различные виды потенциалов и имеет сложную структуру, при этом компоненты имеют неоднородную связь между собой.

В экономической литературе существенно различается количественный состав предлагаемых локальных потенциалов – от двух до десяти, имеются предложения необходимости учета дополнительных условий и факторов [2]. В структуре экономического потенциала исследователи выделяют производственный, трудовой, финансовый, ресурсный, организационно-управленческий, рыночный, инновационный и другие потенциалы.

Структура экономического потенциала по объекту формирования представлена на рисунке 1.



Рис. 1 – Структура экономического потенциала

Актуальность тема выражена в растущей потребности корпораций в увеличении значимости отчетности компании, составленной по международным стандартам финансовой отчетности. Изучение и анализ подходов к понятию «экономический потенциал» [3,4, 5] позволяет заключить, что единого подхода к концепции экономического потенциала на данный момент не существует, но есть некоторое количество основных подходов, систематизированных авторами в табл. 1.

Таблица 1 – Сущность понятия «экономический потенциал»

Авторы	Сущность понятия «Экономический потенциал»
Л.И. Абалкин, И.И. Лукинов, Д.А. Черников, В.А. Шульга, П.А. Игнатовский	Экономический потенциал представляет собой совокупность ресурсов без учета их взаимосвязей и участия в процессе производства

Э.Б. Фигурнов, В.И. Свободин, Д.К. Шевченко, С.А. Хейнман	Экономический потенциал как совокупность ресурсов, способных производить определенное количество материальных благ
Ю.Ю. Донец	Экономический потенциал – максимально возможный объем выпуска продукции
Б.А. Рейзберг, С.Г. Тяглов, В.Н. Авдеенко	Экономический потенциал – способность экономики и экономических агентов осуществлять свою деятельность, используя необходимые ресурсы
Е.В. Лапин	Экономический потенциал – максимально возможный объем производства материальных благ и услуг в условиях, обеспечивающих наиболее полное использование по времени и продуктивности определенного количества имеющихся в наличии экономических ресурсов

Рассмотрение экономического потенциала с разных позиций привело к многообразию методических подходов к оценке экономического потенциала хозяйствующего субъекта.

Авторская модель диагностирования экономического потенциала компании на основании данных бухгалтерской отчетности представлена на рисунке 2.

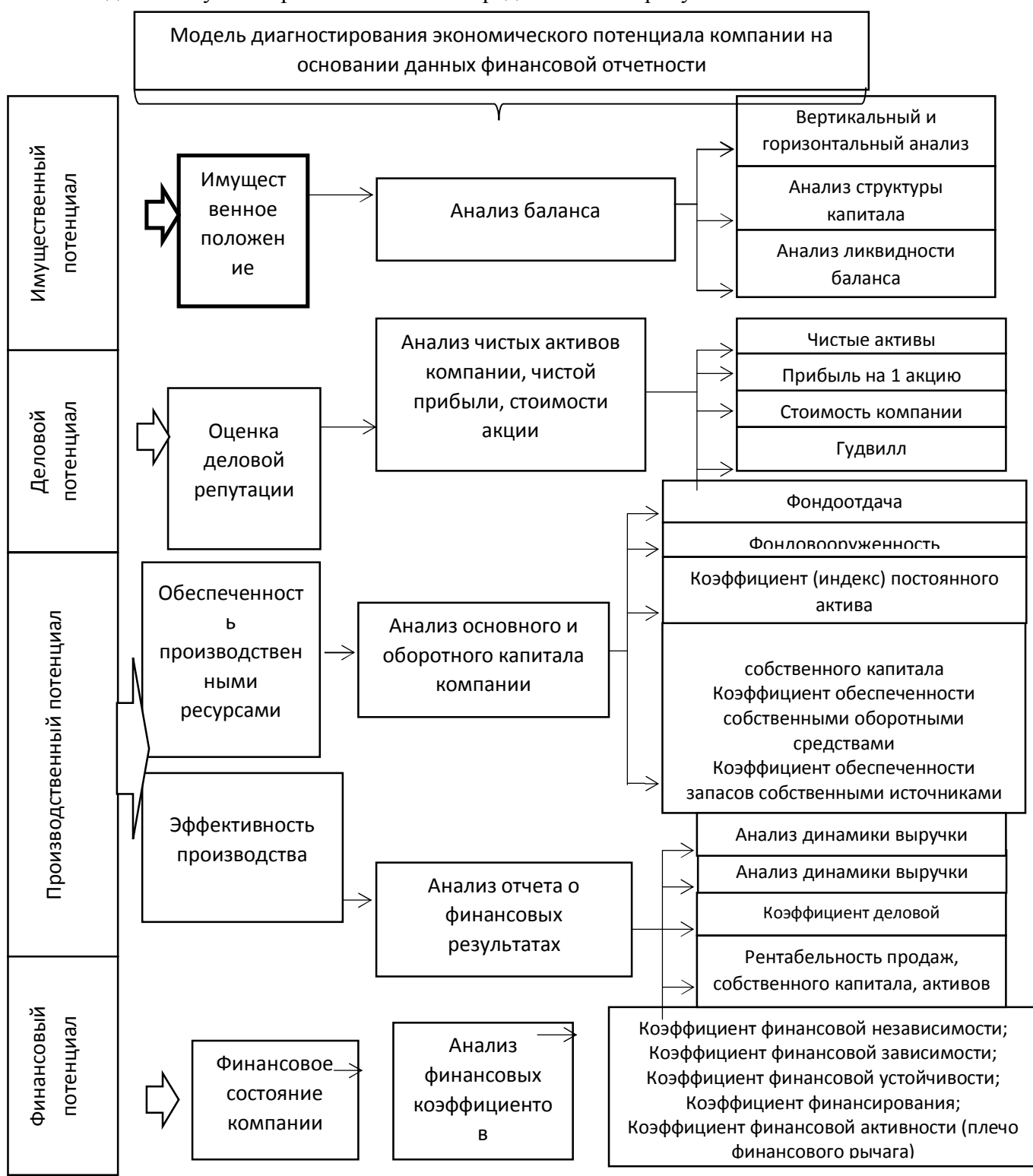


Рис. 2 – Модель диагностирования экономического потенциала на основании данных бухгалтерской отчетности

На практике оценка экономического потенциала хозяйствующего субъекта и его структурных элементов с учетом их характеристик является достаточно проблематичной.

Основой для оценки экономического потенциала хозяйствующих субъектов является информация, представленная в бухгалтерской (финансовой) отчетности.

Особенностью предоставления информации для анализа экономического потенциала компании в РФ является РСБУ – Российские стандарты бухгалтерского учета. МСФО имеет ряд преимуществ, одно из которых – отражение результатов деятельности компании в доступной и простой форме, а также позволяет компании сравнить свою деятельность с деятельностью иностранных компаний в отрасли, что дает лучшее восприятие со стороны инвесторов.

Следует отметить, что, представленная оценка, не в полной мере объективна, так как основана только на данных представляемых в бухгалтерской отчетности, поэтому необходимо экспертно оценивать проблемную ситуацию и выявлять ее причины, так как вероятность изменения экономического потенциала под влиянием краткосрочных тенденций довольно велика, особенно в условиях высокой динамики внешней среды.

Таким образом, представленная модель диагностирования экономического потенциала компании на основании данных бухгалтерской отчетности позволяет оценить имущественный потенциал на основании анализа имущественного положения компании, внешний (рыночный) потенциал на основании анализа положения на рынке, производственный потенциал на основании анализа обеспеченности производственными ресурсами и эффективности производства и финансовый потенциал на основании анализа финансового состояния компании.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартакова С.А., Генералова А.В., Морозова Т.Ф. Подходы к определению экономического потенциала предприятия//в сборнике: Аналитические инструменты коммерческих организаций в инновационной экономике. Сборник научных трудов круглого стола, посвященного юбилейному оду РГУ им. А.Н Косыгина. Под редакцией А.В. Генераловой. 2020. С. 176-180
2. Власова А.А., Шадиан М.Г. Экономический потенциал предприятия как базис финансового оздоровления: сущность, характеристика, элементы и методы оценки//Студенческий. 2020. № 4-4 (90). С. 30-38.

3. Евдокимова Е.Н., Михно П.А. Теоретическое исследование понятия «экономический потенциал» и его структуры в рамках системного подхода // Экономика и современный менеджмент: теория и практика. – 2016. – № 58. – С. 78-86.

4. Лядченко А.В., Венедиктов А.А. Экономический потенциал предприятия: сущность, структура и компоненты//Научные Записки ОрелГИЭТ. 2016. № 3 (15). С. 119-122.

5. Красненко О.Г., Петрова Е.М. Экономический потенциал хозяйствующего субъекта: сущность и структура//В сборнике: Научное и образовательное пространство: перспективы развития. Материалы Международной научно-практической конференции . 2015. С. 248-250.



## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Двоеглазов С.И.

СОФ МГРИ, г. Старый Оскол, Белгородская область

В настоящее время одной из основных проблем для горнодобывающего сектора экономики является устойчивое развитие с учетом социального и эколого-экономического баланса. Растущая роль горной промышленности в социально - экологическом и экономическом аспектах значительно расширяет концепцию недропользования в направлении рационального решения экологических проблем и охраны окружающей среды, стабилизации и устойчивого развития горных территорий. Проведенный анализ основных современных тенденций развития горнодобывающей отрасли, позволил выделить основные тренды развития горнодобывающей отрасли (рис. 1).



Рис 1. – Современные тенденции развития горнодобывающей отрасли [1]

Анализ трендов развития отрасли дает возможность заключить, что производственно-хозяйственные процессы в горнодобывающих кластерах должны формироваться на принципах высокой экономической эффективности, социальной ориентированности, рациональности природопользования и сохранения биосферы, что требует применения современных приемов менеджмента бизнес – процессов и управления рисками [2]. Это диктует необходимость разработки научно обоснованной концепции устойчивого развития горнодобывающей компании на основе систематизации основных принципов и факторов, обеспечивающих стратегическое управление его развитием.

Основные принципы концепции развития горнодобывающего предприятия представлены на рисунке 2.

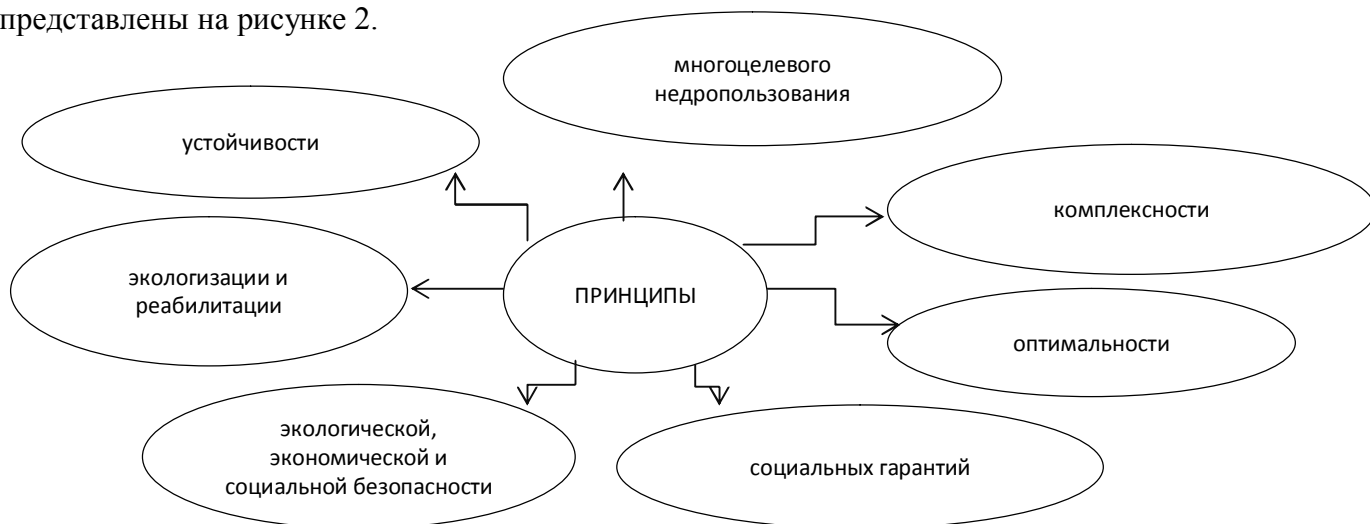


Рис 2 – Основные принципы концепции развития горнодобывающего предприятия

Так, принцип устойчивости подразумевает обеспечение надежности, устойчивого развития горнодобывающего предприятия с позиции экономической стабильности и эффективности производственно-хозяйственной деятельности. Экономическое развитие компании предполагает создание условий, направленных на рост стоимости компании, как одной из целей деятельности.

Принцип многоцелевого недропользования предполагает максимально полное использование всего комплекса ресурсного потенциала, как добываемого сырья, так продуктов попутной добычи и переработки.

Принцип комплексности предусматривает функционирование горнодобывающего предприятия во взаимосвязи с другими субъектами экономики региона.

Принцип оптимальности определяет оптимальные мероприятия и их объем, направленные на достижение высокого уровня развития горнодобывающего предприятия с учетом наибольшего социально-экономического эффекта.

Принцип социальных гарантий предусматривает дифференцированное материальное и моральное вознаграждение работников предприятия за труд и предоставление социальных гарантий.

Принцип экологической, экономической и социальной безопасности предусматривает осуществление контроля показателей деятельности предприятия с установленными пороговыми (нормативными) значениями экологической, экономической и социальной безопасности. Важную роль играет социальная составляющая устойчивого развития компании, основанная на разработке и реализации программ повышения эффективности и результативности деятельности сотрудников путем создания комфортных и безопасных условий труда, обеспечении медицинского обслуживания и социального страхования,

стабильности выплаты заработной платы и реализации программ обучения и повышения квалификации персонала.

Принцип экологизации и реабилитации подразумевает широкое применение принципов и методов построения, функционирования и развития производственных систем и технологий, согласующихся с природным ходом гео-биохимических процессов и обеспечивающих наряду с повышением эффективности использования природных ресурсов воспроизводство и улучшение качества использования природных ресурсов, окружающей среды в районах размещения предприятий [3]. Экологическая составляющая устойчивого развития компании представляет собой деятельность по воспроизводству природных ресурсов, минимизации экологического ущерба от разработок.

Таким образом, устойчивое развитие горнодобывающей компании нами определяется как социально ориентированное, экологически адаптивное и экономически эффективное ее функционирование в долгосрочной перспективе на основе корпоративной социальной ответственности, применения экологичных технологий и стратегического планирования будущего развития.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двоглазов С.И. Формирование концепции развития предприятия горнодобывающей отрасли на основе проектного подхода/Новые импульсы развития: вопросы научных исследований//Материалы II Международной научно-практической конференции: сборник статей, [электронное издание сетевого распространения] / Под ред. Н.В. Емельянова. – М.: “КДУ”, “Добросвет”, 2020. – Стр.118-125 – URL: <https://bookonlime.ru/node/4933> – doi: 10.31453/kdu.ru.91304.0127.

2. Тенденции развития — 2020 Десять ключевых тенденций — десять основных вызовов, определяющих будущее развитие горнодобывающего сектора. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www2.deloitte.com/ru/ru/pages/energy-and-resources/articles/tracking-the-trends-2020/2020/tracking-the-trends-2020.html> (Дата обращения: 06.08.2020)

3. К.Ш. Шагжиев, Н.Р. Касьянов Принципы экологизации технологии горного производства: от теории к практике/Вестник Бурятского государственного университета, № 4 (1), 2014 –Стр.31 – 36.

## РОЛЬ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ОТБОРЕ И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИЙ

**Демина В.В., Фарафонова А.В.**

*ФГБОУ ВО Московский государственный педагогический университет,  
г. Москва, Россия*

***Аннотация.** Статья направлена на раскрытие актуальности компетентностного подхода к оценке персонала, а также роли компетенций при отборе и оценке персонала в организациях в современных условиях. Затронута тема управление персоналом при компетентностном подходе и проанализирована современная модель профессиональных компетенций на примере одного из собеседований компании при отборе на вакансию.*

**Ключевые слова:** компетенции; модель компетенций; отбор персонала; оценка персонала; компетентностный подход.

## THE ROLE OF COMPETENCIES IN THE SELECTION AND EVALUATION OF ORGANIZATIONS' PERSONNEL

**Demina V.V., Farafonova A.V.**

*Moscow Pedagogical State University*

***Annotation.** The Article is aimed at revealing the relevance of the competence approach to personnel assessment, as well as the role of competencies in the selection and evaluation of personnel in organizations in modern conditions. The topic of personnel management with a competence approach is also touched upon and the modern model of professional competencies is analyzed using the example of one of the company's interviews when selecting for a vacancy.*

**Keywords:** competencies; competency model; staff selection; personnel assessment; competency-based approach.

Эффективность социальной и экономической работы любой организации или любого предприятия, безусловно, связана с правильно подобранным персоналом, который соответствует определенным требованиям, целям, задачам, корпоративной культуре организации. В этом и заключается актуальность и востребованность данной темы. Важно изначально, при самом отборе и оценке, поставить высокую планку и задать определенные требования для кандидатов как на руководящие, так и на линейные должности.

Чтобы повысить продуктивность и результативность отбора и оценки кандидатов, предусматривается проверка личностных и деловых качеств. Таким образом, формируется сложная пошаговая система проведения отбора и оценки кандидата. Отбор персонала, по мнению А.Я. Кибанова, это «процесс отбора кандидатов по принятым критериям с использованием конкретных методов оценки из всего числа персонала, которые соответствуют этим критериям» [4].

Оценка работников считается самым важным и ценным направлением в управлении персоналом. Именно результаты оценки работников являются базой для принятия и взвешивания решений об эффективности и самом продвижении, а также развитии и обучении трудящегося. Организации, управляющие компании имеют интерес к оценке работников, то есть интерес как в обретении качественного и знающего свое дело специалиста [5, 3; 8].

Для оценки кандидатов при отборе на вакантную должность и оценки персонала, который уже работает в организации используют модель компетенций. При оценки уже работающих в компании людей, с помощью модели компетенций, мы можем выявить те знания, умения и навыки, которых не хватает персоналу на сегодняшний день. А в дальнейшем спланировать обучение и развитие сотрудников. Также можем сформировать кадровый резерв, внести и распределить справедливые ставки зарплат, и конечно же выяснить и понять, какой из работников более или менее продуктивный.

Выделяют большое количество определений компетенция, но все они имеют похожий смысл. Например, ««компетенции – это устойчивые модели поведения, которые определяются опытом, навыками, знаниями, мотивацией сотрудников, личностными качествами и т.д.» [6]. Выделяют такие компетенции, как: умение решать сложные задачи; использовать критическое мышление; креативность; умение работать с людьми; иметь навыки координации и взаимодействия; сохранять эмоциональный интеллект; быстро принимать решения; клиентоориентированность; умение вести переговоры; применять когнитивную гибкость [1]. В связи с изменившимся рынком труда, соискатели стали обращать внимание на те навыки будущих сотрудников, которые будут востребованы и значимы на протяжении долгого периода работы в организации.

Для достижения конкретных целей и задач организации, чтобы успешно и эффективно выполнять поручения и достигать высоких результатов, требуются перечисленные выше компетенции. Данный поведенческий набор индикаторов по этим компетенциям и то, что они покажут – и будет являться показателем успешности сотрудника. Обобщив результат каждого участника рабочего процесса, мы можем в совокупности оценивать продуктивную и проделанную работу всего персонала, а также при

индивидуальном отборе кандидатов, можно отобрать наиболее подходящего работника на определенную, конкретную должность.

Отметим, что «использование модели компетенций позволит разработать единую систему стандартов поведения работников разных уровней, выстроить на ее основе прозрачную систему подбора кандидатов, четкую систему корпоративного обучения, эффективную систему развития и ротации персонала компании, и достичь качественно нового уровня производительности, являющегося источником динамического стратегического преимущества» [2].

При использовании модели компетенций в управлении персоналом организации, создается пошаговое и четкое описание стандартов и норм поведения, вокруг которого складывается сама система управления. Для лучшего результата целей компании, происходит отбор, развитие и оценка персонала самостоятельно в каждой организации.

Можно сказать, что модель компетенций несет в себе большой набор характеристик, который позволяет работнику эффективно и продуктивно исполнять свои функции, а также соответствовать позиции и должности. Чтобы быть успешным и направленным на лучший, выгодный результат, модели необходимо иметь легкую и простую структуру для понимания и выполнения определенных целей, а также быть ясной и доступной [6].

Стандартная модель компетенций состоит из: из самих компетенций; поведенческих индикаторов (нормы поведения в действиях сотрудников или кандидатов); кластеров компетенций (набор, в котором компетенции связаны между собой); критериев оценки компетенций.

Для производственного и эффективного выполнения определенных функций и заданий сотрудниками, которые проявляют себя в конкретных ситуациях и в определенное время, необходимо использовать модель профессиональных компетенций для одной организации с ее индивидуальными и личными целями и задачами, а также и с ее корпоративной культурой.

Если каждая компания, либо организация будет самостоятельно разрабатывать и создавать свою собственную модель компетенций, то работа и развитие этой организации будет намного продуктивнее и успешнее, потому что каждая компания по-своему уникальна и, естественно, работает по созданным правилам, условиям и установкам. Необходимо соответствовать задачам и целям, установленными компанией, и, конечно же, использовать их правильно и по назначению для того, чтобы модель компетенций могла функционировать более эффективно и долговременно.

Далее, представлены стандарты качества, по меньшей мере, на которые стоит обращать внимание и с ними согласовывать разработанные модели компетенций: легкость и

ясность для понимания; соответствие с нормами (релевантность); соответствие ожидаемым изменениям; использование элементов, которые отличаются друг от друга, например, индикаторы поведения, не пересекающиеся один с другим; справедливое отношение к тем, кто вовлечен в систему использования модели компетенций.

Рассмотрим и проанализируем пример опроса по компетенциям при отборе кандидата на должность продавца-консультанта в ПАО «М. Видео» [7]:

«Компетенция – это умение работать в команде»:

1) Приведите пример Вашей работы в команде и как вы сотрудничали. Удалось ли достичь цель совместно или были трудности?

2) Были ли случаи в практике, когда Вас раздражали или доводили коллеги по работе? Приведите пример.

3) Приходилось ли Вам менять свою точку зрения, для того чтобы учесть мнение других членов команды? Приведите пример.

«Компетенция – это обслуживание клиентов»:

1) Что Вас больше всего может вывести из себя при работе с людьми? Клиентами?

2) Были ли ситуации, когда клиенты критиковали или обвиняли Вас за проданный товар? Приведите пример.

3) Если есть ситуация, в которой Вы сделали для клиента больше, чем он ожидал, то опишите этот момент.

«Компетенции – это убеждение и проявление интереса клиента в коммуникативном подходе»:

1) Есть ли у Вас навыки расположения людей к себе?

2) Бывали ли случаи в Вашей практике, когда при продаже товара Вы подстраивались под клиента, чтобы угодить ему? Приведите пример.

3) Опишите ситуацию, когда с помощью аргументации у Вас получилось убедить клиента в покупке товара. Если такая ситуация была.

Ориентируясь на рассмотренные вопросы данной компании, другие фирмы и организации смогут с помощью них, проанализировать личностные, профессиональные качества и возможности сотрудников. А также понять, с каким стремлением и качеством тот или иной кандидат будет выполнять свои обязанности и как он будет относиться и подходить к работе. То, как он сможет повлиять на развитие компании в будущем и, конечно же, подходит ли он на данную должность или нет.

Исходя из вышесказанного и делая вывод, можно сказать, что обязательно необходимо иметь в виду различные аспекты, методы и факторы отбора персонала, чтобы не

допустить ошибок. Важно правильно выбрать инструментарий до начала собеседования с кандидатом для более успешного результата, который будет использоваться при самом отборе и оценке. Применение компетентностного подхода помогает и позволяет эффективно, качественно, успешно и обоснованно отобрать и выявить среди кандидатов, квалифицированных специалистов, которые могут повлиять на развитие компании в дальнейшем. Содержание модели компетенций включает в себя распознавание соответствия компетенций человека к опыту, который необходим организации для конкретной должности. При отборе и оценке кандидатов стоит опираться на реальные и потенциальные способности работника для выявления уровня компетенции и для возможностей перспективы развития в дальнейшем.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Демина В. В. Потребности учреждений высшего образования и компаний работодателей: компетентностный подход // Современное образование: векторы развития: Роль социально-гуманитарного знания в подготовке педагога: материалы V международной конференции (г. Москва, МПГУ, 27 апреля – 25 мая. 2020 г.) / под общ. ред. М. М. Мусарского, Е. А. Омельченко, А. А. Шевцовой. [Электронное издание сетевого распространения]. – Москва: МПГУ, 2020. – С. 272-279. DOI 10.37492/ETNO.2020.63.77.033
2. Демина В.В., Усачева И.Ю. Роль компетенций персонала в стратегическом управлении персоналом // Современная мировая экономика: проблемы и перспектив в эпоху развития цифровых технологий и биотехнологии // Сборник научных статей по итогам работы третьего международного круглого стола. 15-16 июня 2019 г. Часть 2. - Москва: ООО «Конверт», - 2019. – С.117-119.
3. Демина В.В., Усачева И. Ю. Современные тенденции реализации образовательного процесса и формирования компетенций работников компаний // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. 2020. № 3. С. 73–83. ВАК DOI: 10.18384/2310-6646-2020-3-73-83
4. Кибанов А.Я., Дуракова И.Б. Управление персоналом организации: отбор и оценка при найме, аттестация 2-е изд., перераб. и доп. - М.: 2005. - 334с., 183 с.
5. Кобзева А.Г., Ляхова Н.И., Гришин А.А. Прогнозирование динамики развития инновационной среды на основе стохастических моделей // Современная научная мысль. 2017. № 2. С. 138-144.
6. Михайлова А. В. Понятие, сущность и виды компетенций при отборе и найме персонала / Экономика и социум, 2012. № 3. Стр. 159–164., 161 с.



7. Официальный сайт:[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mvideo.ru> (дата обращения 14.11.2020).

8. Усачева И.Ю., Демина В.В. К вопросу о роли металлургической отрасли в экономике России и направлениях совершенствования стратегического управления предприятиями // Экономика в промышленности. 2019. Том 12. №3. С. 256-270. DOI: 10.17073/2072-1633-2019-3-256-2

# ГОРНОРУДНЫЙ СЕГМЕНТ ХОЛДИНГА МЕТАЛЛОИНВЕСТ КАК ДВИЖУЩИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ

**Казанцев А.А., Демидов В.И.**

*Губкинский филиал Национального исследовательского технологического университета «Московского института стали и сплавов», ГФ НИТУ «МИСиС»*

*Россия, Белгородская область, г. Губкин, ул. Комсомольская, д.16, тел.: 8-903-885-79-76*

*evladimirdmitrik95@yadnex.ru*

Металлоинвест является крупнейшей в России и второй в мире горнорудной компанией по запасам железной руды.

В горнорудный сегмент Компании входят Лебединский ГОК и Михайловский ГОК им. А. В. Варичева – два крупнейших комбината по добыче и переработке железной руды в России по объему выпускаемой продукции\*.

Компания является глобальным игроком в производстве железорудной продукции, перерабатывая большую часть своего железорудного концентрата в продукцию с высокой добавленной стоимостью, такую как окатыши и ГБЖ /ПВЖ.

2-м в мире производителем окатышей, одним из ведущих производителей товарной железной руды в мире и крупнейшей железорудной компанией в России и СНГ. В 2019 году на долюMetalloinvestа пришлось 39% российского производства железорудного концентрата и аглоруды, 59% – железорудных окатышей и 100% – ГБЖ и металлизированных окатышей.

Лебединский ГОК– один из крупнейших российских производителей железорудного сырья. Максимальная ширина карьера Лебединского ГОКа – 5 км, глубина – 600 метров. Он дважды внесён в Книгу рекордов Гиннеса.

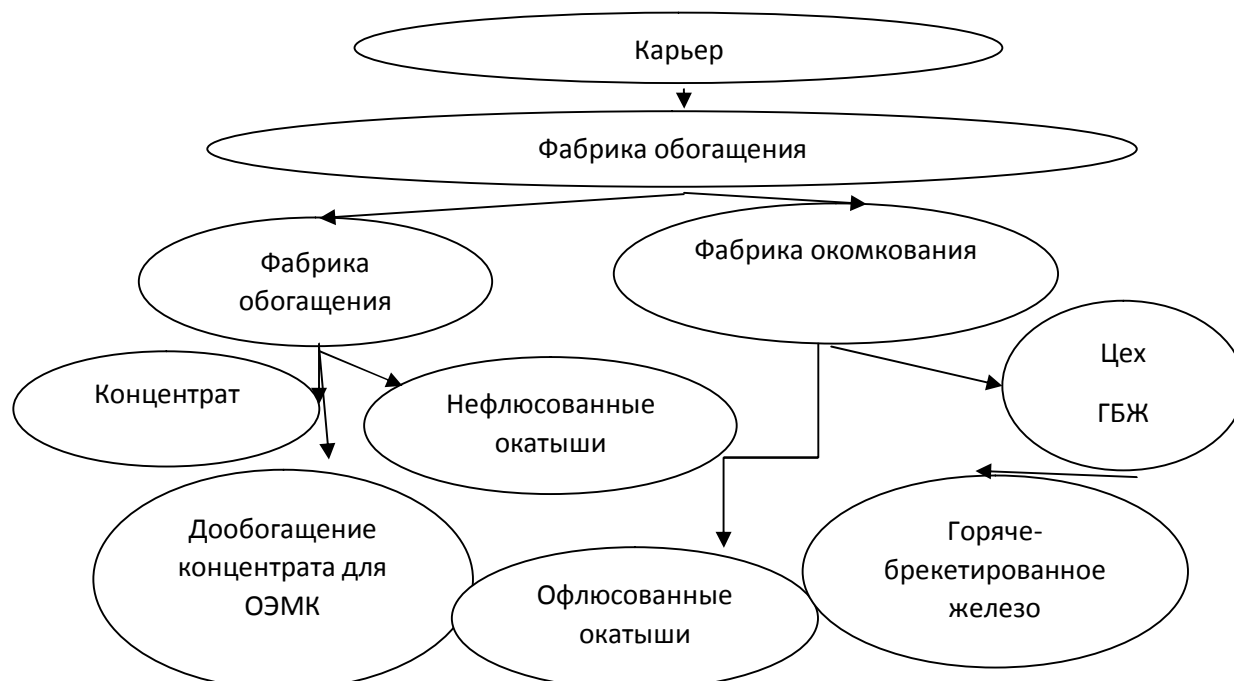


Рис.1 – Технологические процессы Лебединского ГОКа

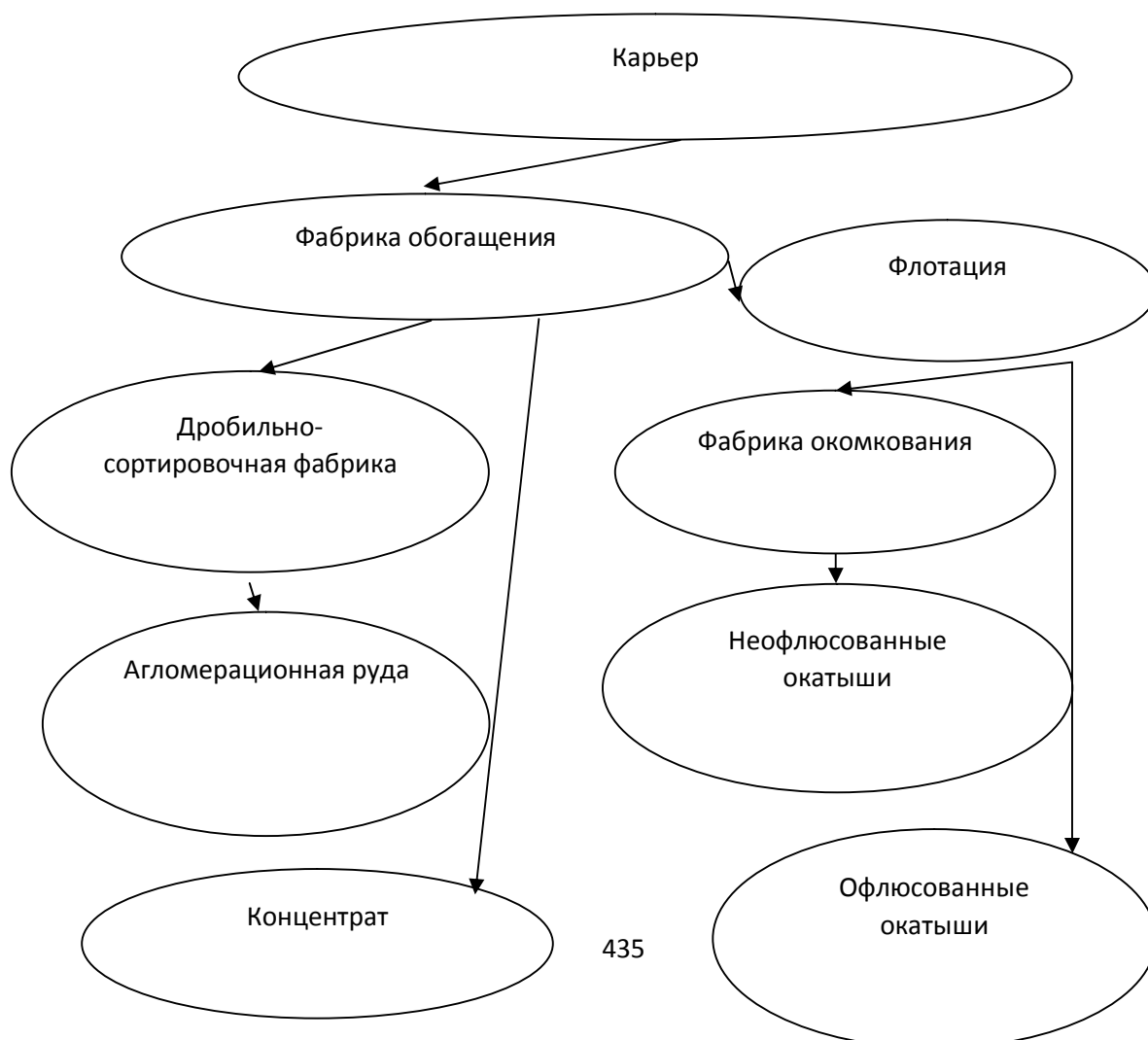
Месторождения, разрабатываемые Лебединским и Михайловским им. А. В. Варичева ГОКа, расположены в одном из крупнейших в мире железорудных бассейнов — Курской магнитной аномалии и в основном состоят из магнетитовых руд со средним содержанием железа 34–39%.

Содержание тяжелых металлов (медь, кобальт, цинк, свинец, молибден, марганец, железо, никель, олово, церий, ванадий и др.) вокруг промобъектов Лебединского и Стойленского горно-обогатительных комбинатов (карьеры, хвостохранилища, отвалы, промплощадки дороги и т. д.) колеблется в пределах, в 100 раз превышающих природное.

Михайловский ГОК им. А. В. Варичева является одним из крупнейших в России и СНГ предприятий по добыче и обогащению железной руды. Разработка ведется открытым способом.

Основными видами товарной продукции Михайловский ГОК им. А. В. Варичева являются:

- агломерационная руда;
- железорудный концентрат;
- неофлюсованные окатыши;
- офлюсованные окатыши.



## Рис. 2 – Технологические процессы Михайловского ГОКа

Отметим, что предприятия горнорудного сегмента Металлоинвеста производят следующие виды продукции:

- агломерационная руда,
- концентрат,
- офлюсованные окатыши,
- неофлюсованное железо
- горяче-брикетированное железо

Таким образом компании «Металлоинвест» удается производить около 40 % всего отечественного железорудного сырья, являясь лидером в данной отрасли.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Швецов В. М. «Жемчужина КМА» издательство «Знание», 1979 г.
2. Григорьев В. М., Малютин Е. И. Курская магнитная аномалия // Горная энциклопедия. Под редакцией Е. А. Козловского. — М.: Советская энциклопедия. — 1984—1991.
3. Котенко Е. А. и др. Геоэкологические проблемы КМА и пути их решения // Журнал «Горная Промышленность», № 2 2003
4. Петин А. Н. Рациональное недропользование в железорудной провинции Курской магнитной аномалии (проблемы и пути их решения) // Автореферат диссертации на соискание ученой степени — Астрахань, 2010

# МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ СЕГМЕНТ ХОЛДИНГА МЕТАЛЛОИНВЕСТ КАК ДВИЖУЩИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ

Казанцев А.А., Демидов В.И.

Губкинский филиал Национального исследовательского технологического университета «Московского института стали и сплавов», ГФ НИТУ «МИСиС»

Россия, Белгородская область, г. Губкин, ул. Комсомольская, д.16, тел.8-903-885-79-76

vladimirdmitrik95@yadnex.ru

ООО «Металлоинвест» является крупнейшей в России и второй в мире горнорудной компанией по запасам железной руды.

В Metallurgical segment Компании входят Оскольский электрометаллургический комбинат, комбинат «Уральская Сталь» и компания «УралМетКом». Компания является одним из региональных производителей стали, выпуская порядка 7% от общего объема производства стали в России[1]. ОЭМК им. А.А. Угарова и Уральская Сталь вместе производят более 2 000 марок стали. Металлоинвест занимает пятое место по объему производства стали в России.

Оскольский электрометаллургический комбинат - предприятие чёрной металлургии, расположенное в районе города Старый Оскол Белгородской области. Первенец бездоменной металлургии в России. Входит в metallurgical holding «Металлоинвест».

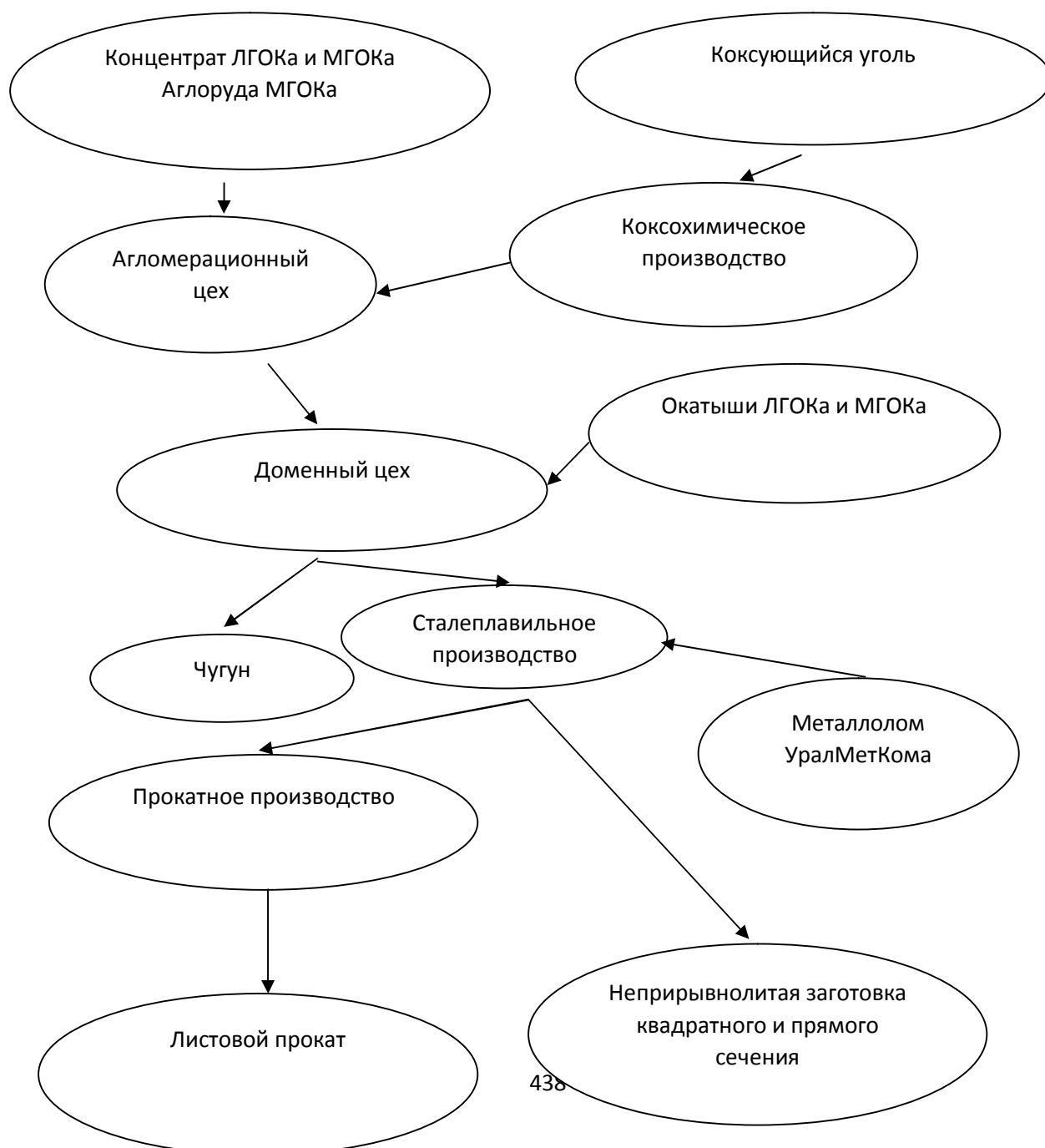
Основными видами товарной продукции ОЭМК им. А.А. Угарова являются: ПВЖ, непрерывнолитая заготовка квадратного и прямоугольного сечения, прокат: сортовой, квадратная заготовка, трубная заготовка[3].



Рис. 1 – Технологические процессы ОЭМК им. А.А. Угарова

Потребители: Уникальные потребительские свойства обеспечили продукции комбината устойчивый спрос на рынках России, СНГ и дальнего зарубежья[2]. Основными потребителями металлопродукции ОЭМК на российском рынке являются предприятия автомобильной, машиностроительной, трубной, метизной и подшипниковой промышленности. Металлопродукция ОЭМК экспортируется в Германию, Францию, США, Италию, Норвегию, Турцию, Египет и многие другие страны. Комбинатом освоено производство сортового проката для изготовления изделий, используемых ведущими мировыми автомобилестроителями.

«Уральская сталь» - металлургический комбинат в городе Новотроицк Оренбургской области. Является одним из ведущих российских производителей в отрасли чёрной металлургии, входит в холдинг «Металлоинвест» [4].



## Рис. 2 – Технологические процессы Уральской Стали

Предприятия металлургического сегмента холдинга производят следующие виды продукции[5]:

- чугун,
- листовой прокат,
- сортовой прокат,
- трубная заготовка и т.д.

«Уральская сталь» реализует свою продукцию в:

- Странах СНГ (Литву, Латвию и Эстонию)
- Европу (Чехию, Польшу, Словакию, Венгрию, Финляндию, Данию, Норвегию, Грецию, Италию и Великобританию)
- Дальний восток (включая Японию, Корею, Таиланд, Тайвань и др.)
- Ближний Восток (Египет, Тунис, Турцию и Саудовскую Аравию).

Таким образом компании «Металлоинвест» удастся производить около 40 % всего отечественного железорудного сырья, являясь лидером в данной отрасли.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гладкова Н.Л. Оценка конкурентоспособности продукции // Предприятие и рынок. - 1997. - №1. - С. 81-88.
2. Грудев А.П. и др. Технология прокатного производства. - М.: Арт-Бизнес центр, Металлургия, 1994 г.
3. Завьялов П.Н. Развитие конкурентоспособности на российских предприятиях // Маркетинг. - 1996. - №6. - С. 25-31.
4. Дюдкин, Д.А. Процессы выплавки, внепечной обработки и непрерывной разливки стали [Текст]/Д.А. Дюдкин. – М.: Теплотехник, 2008. – 528 с.
5. Каблуковский, А.Ф. Производство электростали и ферросплавов [Текст] / А.Ф. Каблуковский. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2003. - 511 с.

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ДЕБИТОРСКОЙ И КРЕДИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ

Удовикова А.А., Должикова А.С.

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол*

**Аннотация.** В современных условиях хозяйствования только тщательно поставленный учет и контроль за расчетами с контрагентами способствует укреплению договорной и расчетной дисциплины, выполнению обязательств по поставкам продукции в заданном ассортименте и качестве продукции, оказывает значительное влияние на ускорение оборачиваемости оборотных средств и способствует своевременному поступлению денежных средств. В статье представлена нормативная правовая база при проведении аудита дебиторской и кредиторской задолженностей и этапы проведения аудита долгосрочных и краткосрочных обязательств в экономических субъектах.

**Ключевые слова:** дебиторская задолженность; кредиторская задолженность; аудит; аудиторская проверка; дебиторы и кредиторы.

## THEORETICAL-METHODOLOGICAL BASIS OF AUDITING OF ACCOUNTS RECEIVABLE AND PAYABLE

Udovikova A.A., Dolzhikova A.S.

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russia*

**Annotation.** In modern business conditions, only carefully set accounting and control over settlements with contractors helps to strengthen contractual and settlement discipline, fulfill obligations to supply products in a given range and quality of products, has a significant impact on accelerating the turnover of working capital and contributes to the timely receipt of funds. The article presents the regulatory framework for conducting an audit of receivables and payables and the stages of conducting an audit of long-term and short-term liabilities in economic entities.

**Keywords:** accounts receivable; accounts payable; audit; debtors and creditors.

Аудит дебиторской и кредиторской задолженности представляет собой проверку и вынесение мнения аудитором о достоверности показателей дебиторской кредиторской задолженности в Бухгалтерском балансе.



Дебиторской задолженностью признается задолженность физических и юридических лиц перед хозяйствующим субъектом, установленная законом, сделкой или договором.

Кредиторская задолженность по бухгалтерскому учету представляет собой задолженность экономического субъекта перед физическими и юридическими лицами, установленная законом, сделками или договором.

Нормативной правовой базой при проведении аудита дебиторской и кредиторской задолженностей экономического субъекта является:

- Федеральный закон «Об аудиторской деятельности» от 30.12.2008 г. № 307-ФЗ [1];

- Приказ Минфина России от 09.01.2019 г. № 2н «О введении в действие международных стандартов аудита на территории Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых приказов Министерства финансов Российской Федерации» [2].

В бухгалтерском балансе активы и обязательства должны быть представлены разделением, зависящим от продолжительности обращения (погашения) на краткосрочные и долгосрочные обязательства.

Краткосрочными являются активы и обязательства, срок погашения которых составляет не более 12 месяцев после отчетной даты или продолжительности операционного цикла, если он длится дольше 12 месяцев.

В остальных случаях активы и обязательства представляются как долгосрочные.

Компания вступает в экономические и финансовые отношения с другими предприятиями, лицами и т.д. Таким образом, возникают расчетные отношения, которые делятся на группы:

- по товарным операциям, которые производятся предприятием в случае, если предприятие является поставщиком готовой продукции (работ, услуг), изготовителем товарно-материальных ценностей, или покупателем

- по нетоварным операциям, связанным с погашением задолженности банку, бюджету, работникам, внебюджетным фондам и другие расчеты.

Дебиторская задолженность отражается на счетах как имущество организации, так и обязательства по счетам. Однако оба вида долга неразрывно связаны между собой и постоянно стремятся перейти от одного к другому. Поэтому эти два вида задолженности должны рассматриваться вместе.

Рассматривая рыночные отношения, можно сказать, что договор является основным правовым актом, из которого возникают обязательственные правоотношения. Он является основным средством регулирования товарно-денежных отношений, определяющим содержание правоотношений, права и обязанности его участников.

Дебиторская и кредиторская задолженность проверяются в соответствии с процедурой, установленной МСА и другим применимым законодательством, обеспечивающим признание результатов аудита достоверными.

Аудит дебиторской и кредиторской задолженности проводится в шесть этапов.

Первый этап - подготовка. На данном этапе производится ознакомление с аудируемым лицом, отраслью его деятельности, основными условиями функционирования и сферой деятельности.

В нем также указывается количество контрагентов, по которым в течение рассматриваемого периода были проведены операции и по которым были созданы требования и обязательства.

Второй этап - стратегия. На втором этапе проверяются официальные данные об аудируемом лице, его регистрационные данные, бухгалтерская и налоговая отчетность. Проводится обследование, содержащее более подробную информацию об условиях работы экономического оператора. Должна быть разработана стратегия аудита и сделаны предварительные расчеты уровня существенности и аудиторского риска.

В связи с дебиторской задолженностью и обязательствами, возникающими у руководства аудируемого лица, запрашивать информацию о количестве и типе договоров и оферт, о типе расчетов с противоположной стороной, об оплате, зачете, уступке долга и так далее, о соответствующих торговых условиях управления (наличие ВЭД, наличие дочерней и материнской компании организации, взаимозависимость физических лиц и т. д.).

Третий этап - планирование. Данный этап подразумевает проведение более детального анализа регистрационных и правоустанавливающих документов аудируемого лица, проводится исследование отчетности показателей и сводных регистров бухгалтерского учета, выявляется соответствие деятельности принципу непрерывности, анализируются результаты предшествующих проверок и судебных дел. После проведения исследования составляется план аудита, а также производится расчет степени важности для всей финансовой отчетности в целом, а также отдельно для претензий и, в частности, оплачиваются счета.

Вследствие расчетов с дебиторами и кредиторами уровень детализации контроля представляет собой возможность использования сформированной информации о предмете аудита, которая должна основываться на качестве бухгалтерской работы, выполняемой субъектом.

Также на данном этапе аудиторский риск рассчитывается на основе оценочного риска, риска необнаружения и риска СВК применительно к учетным фактам расчетов с должниками и кредиторами. Кроме того, должны быть разработаны методы аудита и выбран

метод выборочной проверки.

Как правило, при аудите дебиторской и кредиторской задолженности не используется непрерывный метод, но используется рассмотрение выборки с различной степенью детализации, что обусловлено контролем проверяющих средств, при расчете результата присутствия третьей, незаинтересованной стороны, для уменьшения случайных ошибок в учете и отчетности.

Четвёртый этап - исполнение. Данный этап предполагает то, что должны быть завершены аудиторские процедуры и рабочие документы аудитора для проверки расчетов с должниками и кредиторами. Количество и виды аудиторских рабочих документов аудитора определяются аудитором отдельно в каждом аудите.

Также на данном этапе аудитор осуществляет аудиторские процедуры по сбору дополнительных аудиторских доказательств в отношении расчетов с должниками и кредиторами средствами, изложенными в МСА 330 «Аудиторские процедуры в ответ на оцененные риски», а именно путем запроса, инспектирования, наблюдения, подтверждения как ответ на запрос, пересчета, повторного выполнения, аналитических процедур, а также в сочетании друг с другом [2]. При этом источниками информации для проверки активов и обязательств являются первичные документы по сделкам, бухгалтерская отчетность и отчеты о сверке, сведения о судебных делах, контрагентах, а также сведения о проведенных аудитах и иных проверках, договоры и оферты с контрагентами, учетная политика, строки 1230 и 1520 баланса, а также вся иная информация по предмету проверки.

Пятый этап - контроль и закрытие. На данном этапе принимаются меры по контролю за качеством аудита, проводимого аудиторами аудиторской организации. Если все операции, которые были проведены в полном объеме и эффективно, результаты аудита должны быть признаны достоверными и аудиторское заключение подготовлено руководством аудируемого лица, получить перечень всех выявленных нарушений и ложных утверждений, которые подлежат корректировке в бухгалтерском учете, а при необходимости и в финансовой отчетности в соответствии с МСА 450 «Оценка искажений, выявленных в ходе аудита» [3].

Шестой этап - завершение. На последнем этапе выдвигается мнение аудитора, руководителя аудиторской группы о достоверности финансовой отчетности в части расчетов с дебиторами и кредиторами, на основании результатов оценки и результатов корректировки на предмет искажения, составляется заключение аудируемого лица.

Аудитор составляет и представляет аудиторское заключение. Результат работы аудиторской группы фиксируется в акте о проведенной аудиторской услуге. На этом этапе договор закрывается и аудиторская услуга регистрируется как выполненная [4].

Дебиторы должны осуществлять все необходимые обязательные и дополнительные аудиторские процедуры в связи с расчетами с должниками, а кредиторы должны обеспечивать качественную и количественную оценку достоверности соответствующих финансовых показателей, что является целью аудита, а также являться источником информации для пользователей финансовой отчетности, представляющей собой экономические решения, принимаемые в отношении аудируемого лица.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об аудиторской деятельности [Электронный ресурс]: федер. закон от 30 декабря 2008 г. №307-ФЗ (в ред. от 26 ноября 2019 г. № 378-ФЗ) // Справочная правовая система «Консультант Плюс». Разд. «Законодательство». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83311/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83311/).

2. О введении в действие международных стандартов аудита на территории Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых приказов министерства финансов Российской Федерации [Электронный ресурс]: приказ Минфина РФ от 9 января 2019 г. № 2н // СПС «Консультант Плюс». Разд. «Законодательство». – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_317185/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_317185/).

3. Удовикова А.А. Налоговый аудит, его экономическая сущность // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IV Международной научной конференции (Донецк, 31 октября 2019 г.). – Том 3: Экономические науки. Часть 2 / под общей редакцией проф. С.В. Беспаловой. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – 367 с.- С.176-178.

4. Шеремет А.Д. Аудит: учебник / А.Д. Шеремет, В.П. Суйц; под общ. ред. проф. А.Д. Шеремета. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 375 с.

## ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В ДЕЙСТВИИ

**Добрица. В.П.<sup>1</sup>, Иванова Т.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»,  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94, Российская Федерация  
dobritsa@mail.ru

<sup>2</sup>Старооскольский филиал ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе», 309514, Белгородская обл., Старый Оскол, ул. Ленина, д. 14/13, Российская Федерация,  
тел.: +79051701654  
tanya.031@mail.ru

***Аннотация.** Развитие цифровой экономики является одним из приоритетов государственной политики России. Формирование цифровых компетенций необходимо каждому для качественной работы в цифровой среде. В статье рассмотрены возможности развития цифровых компетенций.*

**Ключевые слова:** цифровая экономика; цифровые компетенции; онлайн-курс; электронное обучение; дистанционные образовательные технологии.

## DIGITAL ECONOMY IN ACTION

**Dobritsa V.P.<sup>1</sup>, Ivanova T.V.<sup>2</sup>**

South-West State University, 50 let Oktyabrya str., 94, Kursk, 305040, Russian Federation  
dobritsa@mail.ru

<sup>1</sup>Stary Oskol branch Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Sergo Ordzhonikidze  
Russian State University for Geological Prospecting  
(Stary Oskol branch Sergo Ordzhonikidze Geo University) tel.: +79051701654  
tanya.031@mail.ru

***Annotation.** The development of the digital economy is one of the priorities of Russian state policy. The formation of digital competencies is necessary for everyone to work in a high-quality digital environment. The article discusses the possibilities of developing digital competencies.*

**Keywords:** digital economy; digital competencies; online courses; e-learning; distance learning technologies.

В июле 2017 года на заседании Совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам президент России В.В. Путин сказал, что цифровая экономика – это не отрасль, а

уклад жизни. Это такой же важный проект, как и электрификация Советского Союза, это вопрос национальной безопасности [1].

Цель цифровой экономики – защитить информацию граждан, бизнеса и государства, повысить эффективность основных отраслей экономики, подготовить кадры для работы в цифровой среде. Сегодня вопросы цифровой экономики обсуждаются разными людьми, но, наверное, ни один человек не знает, каковы последствия этого процесса, какие философские, социальные проблемы цифровая экономика может вызвать. Трудно прогнозировать компетенции будущего. Ситуация неопределенности ставит задачу формирования основных компетенций сегодня. Их условно можно разделить на три части.

Hardskills – это профессиональные навыки (определяют все, что нужно довести до автоматизма в профессиональной сфере).

Softskills – это общие навыки, которые нельзя заменить компьютером (они позволят человеку быть успешным независимо от специфики деятельности: доверие, креативность, критическое мышление, когнитивная гибкость, умение договариваться и т.д.).

Digitalskills – это цифровые (специальные) навыки. Для их развития надо постоянно осваивать технологии самообразования. Нам всем не хватает способностей для качественной работы в цифровой среде. В общем виде цифровая компетентность включает в себя способность к цифровому сотрудничеству, обеспечению безопасности и решению проблем в виде:

- поиска, оценки, управления данными, информацией и цифровым контентом;
- обмена, сотрудничества с использованием цифровых технологий;
- соблюдения этикета в цифровой сети;
- создания, интеграции и переработки цифрового контента;
- защиты устройств, персональных данных, здоровья, благополучия граждан;
- определения потребностей и технологических решений;
- выработки креативности мышления при применении цифровых технологий и

т.д.

Благодаря возможностям цифровой экономики каждый в современных условиях может расширить свои компетенции и овладеть новой специальностью. Получив персональный цифровой сертификат, можно пройти бесплатное обучение в рамках программы повышения квалификации по 22-м направлениям цифровой экономики (это можно увидеть на официальном сайте Университета НТИ «20.35»).

Такое обучение в нашей стране уже началось. Приведем пример дистанционного обучения с использованием персонального цифрового сертификата в ФГБОУ ВО «МГТУ

«СТАНКИН» по программе повышения квалификации «Цифровой дизайн электронного (онлайн) курса».

На первый взгляд может показаться, что слушателями такого курса повышения квалификации будут только преподаватели учебных заведений. Но это не так. Люди, занимающиеся в самых разных сферах экономики, обратились к этому курсу (более ста человек со всей России), поскольку предприятиям нужны работники, способные быстро гибко адаптироваться к условиям цифровой среды.

Вот только некоторые сферы деятельности участников: инженерная экология, преподавание различных дисциплин, управление персоналом, составление смет контрактов, инвестиционный анализ, помощь семьям в выходе из трудной ситуации, тайм-менеджмент, бухгалтерия, система налогообложения, бережливое производство, организация работы Интернет-магазина, управление конфликтами в сфере гостеприимства, построение системы менеджмента качества, подготовка к сдаче профессионального экзамена «Бухгалтер» в организации государственного сектора, управление денежными средствами семьи и т.д.

Дистанционное обучение в рамках этого курса позволило людям разных регионов страны приобрести цифровые компетенции. В любой момент времени слушатель (даже в условиях невозможности попасть на занятие по расписанию в программе Zoom) мог обратиться в электронную образовательную среду «МГТУ «СТАНКИН» для выполнения заданий, изучения материалов видеолекций, видеосеминаров, прохождения тестирования, самостоятельной работы в системе дистанционного обучения MOODLE. Для участников курса большим плюсом было то, что все находились в своих городах, не надо было ехать в Москву для обучения. Это выгодно и для страны в целом, такая подготовка кадров для цифровой экономики реальна и эффективна.

Сегодня для устойчивых отношений между субъектами рыночной системы требуется внедрение цифровых технологий во все сферы бизнеса. Это влияет на уровни организации бизнеса. Например, от того, насколько человек может быстро получить и передать информацию, работать с современными гаджетами и приложениями, зависит ускорение торговли, снижение затрат, повышение качества продукции. Если весь мир использует WhatsApp, то каждый человек, приобретет себе телефон, который позволит установить это приложение.

Цифровые технологии — это не признак современности, а рабочий инструмент, который ускоряет и облегчает процессы. Поэтому внедрение «цифры» происходит повсеместно — в конструировании, в партнерстве с ведущими мировыми компаниями, в логистике, в производстве, во внутренние управленческие процессы. Применение цифровизации в настоящее время позволяет

построить независимую систему, которая будет заниматься бизнес-планированием самостоятельно, без вмешательства человека [2].

Но, по мнению топ — менеджеров крупных корпораций, наоборот, человек является главным объектом капиталовложений компании, так как даже для самого новейшего оборудования необходима техническая поддержка и цифровая основа, которую и осуществляет человек. Особенно важен этот аспект для России, преимущественно для тех регионов, где темпы цифровизации не столь велики.

Возникает вопрос: готовы ли участники бизнес-процессов к быстро меняющимся условиям? Ответом на этот вопрос как раз и выступают результаты обучения слушателей в рамках дистанционного курса, указанного выше.

1. Умение грамотно составить контент с использованием правил педагогического дизайна на своем сайте.
2. Умение записать и представить видео с рекламой своей деятельности.
3. Умение создать, представить и разместить видеопрезентацию.
4. Умение провести опрос целевой аудитории. (Например, зная сервисы Google Forms, OnlineTestPad, можно проводить с высоким уровнем безопасности опросы и собирать полученные данные. Это расширяет возможности работы в команде. Решая такую задачу, человек раскрывает для себя возможности Google аккаунта).
5. Умение провести анкетирование (например, [www.menti.com](http://www.menti.com)).
6. Умение создать форум для общения с целевой аудиторией.
7. Умение создать тест.
8. Умение создать книгу отзывов в режиме реального времени с использованием специальных средств сети Интернет и т.д.

Концепция современного обучения – это обучение в течение всей жизни (livelonglearning). Необходимо постоянно оставаться в позиции обучающегося.

Таким образом, мы видим, что важной составляющей цифровой экономики является совокупность знаний, умений и навыков человека. А значит инвестиции в его развитие, обеспечивающие непрерывный поток нововведений, отвечающий динамично меняющимся потребностям, - важнейшее условие создания и внедрения цифровых технологий

Передовые цифровые технологии являются неизбежностью и открывают новые возможности для бизнеса в различных отраслях: развиваются аддитивные технологии, для применения которых нужны менеджеры, инструкторы, бизнесмены, руководители, владеющие новыми навыками. Степень готовности российских компаний к цифровой трансформации во многом зависит от уровня компетенции и умения строить перспективные планы развития.



Главное в цифровом мире - находиться на передовом рубеже самых последних современных технологий и в то же время не потерять осознанность происходящего, благодаря которой мы можем называть себя людьми и нашу жизнь жизнью.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Утв. Распоряжением Правительства РФ от 28 июля 2017 № 1632-р// <http://government.ru/rugovclassifier/614/events/> (Дата обращения 02.12.2020)

2. Т.Г. Погорелова, Т.В. Матыцына. Цифровые технологии – эффективные инструменты развития бизнеса//Сборник тезисов выступлений третьей международной конференции «Управление бизнесом в цифровой экономике», Санкт-Петербург, октябрь 2020, с.57- 60.

## **ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА**

**Кулик А.М., Иванчикова М.Л.**

*Белгородский государственный национальный  
исследовательский университет, Россия, г. Белгород*  
kulik@bsu.edu.ru  
ivancikovamaria02@gmail.com

***Аннотация.** Информационные технологии всецело охватили все сферы жизни. Они захватили и производство. По всему миру на предприятия внедряют современные технологии и информационные системы. Такие инновации повышают объемы производства и сокращают издержки. Информационные технологии добрались и до горно-металлургического комплекса. Применение технологий в этой отрасли позволяет не только повысить производительность, но также повысить безопасность на предприятии, поскольку в процессе деятельности большинство работников подвержены риску. Исследование выполнено в рамках государственного задания FZWG-2020-0016, тема проекта «Фундаментальные основы глобальной территориально-отраслевой специализации в условиях цифровизации и конвергенции технологий».*

**Ключевые слова:** Информационные технологии; производство; горно-металлургический комплекс; технологии; автоматизация.

## **IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES AT THE ENTERPRISES OF THE MINING AND METALLURGICAL COMPLEX OF THE REGION**

**Kulik A.M., Ivanchikova M.L.**

*Belgorod State National research university, Russia, Belgorod*  
kulik@bsu.edu.ru  
ivancikovamaria02@gmail.com

***Annotation.** Information technology has completely embraced all spheres of life. They also took over production. All over the world, modern technologies and information systems are being introduced to enterprises. Such innovations increase production volumes and reduce costs. Information technology has reached the mining and metallurgical complex. The use of technology in this industry allows not only to increase productivity, but also to increase safety in the enterprise,*

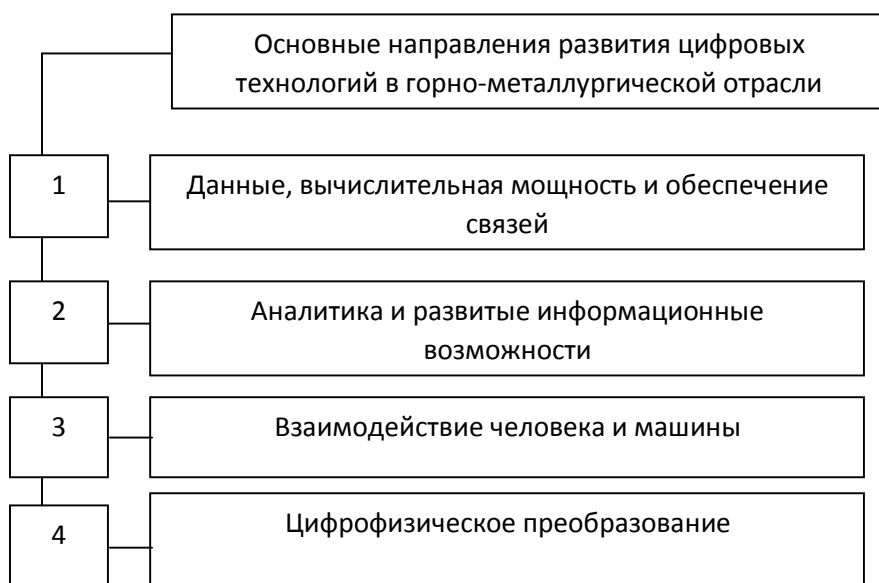
since in the process of activity most workers are exposed to risk. The research was carried out within the framework of the state assignment FZWG-2020-0016, the topic of the project "Fundamental foundations of global territorial and industry specialization in the context of digitalization and technology convergence".

**Keywords:** Information Technology; production; mining and metallurgical complex; technologies; automation.

Новые технологии проникают с каждым годом в самые различные отрасли производства. Цифровые технологии широко применяются во всем мире. Цифровизация добралась и до самых сложных отраслей. Одной из них является горнодобывающая промышленность [3; 4]. На многих предприятиях уже произошли изменения в применении технологии от датчиков до полной роботизации процессов.

Главная задача цифровых технологий в такой отрасли не сильно отличается от остальных – сокращение издержек производства и увеличение объемов производства. Однако, во многом технологии имеют свои нюансы. Как в России, так и во всем мире, информатизация производства происходит быстрыми темпами. На развитие информационных систем влияют особенности развития электроники, машиностроения, изменение принципов добычи металла и т.д.

Сейчас горная промышленность находится на переломном этапе, когда внедрение цифровых технологий могут открыть новые пути управления производством, а также его развитие в целом [5]. Основные направления развития цифровых технологий в горно-металлургическом комплексе представлены на рисунке 1.



## Рис. 1 – Основные направления развития цифровых технологий в горно-металлургической отрасли

К первому направлению развития относится внедрение датчиков, объектов, выдающих огромные числа данных для анализа и обеспечения связи между машинами. Они заключаются в упрощении системы связи. Так, например, если возникнет проблема в удаленных глубоководных скважинах, то в центре управления сразу же датчик покажет это.

Благодаря развитию аналитики появляются возможности преобразовывать большие количества данных в представления о вероятности будущих событий. Иными словами, развитие этого направления способствует совершенствованию прогнозирования событий, планированию, геологическому моделированию. Все это попадает в область интеллектуальных статистических и оптимизационных алгоритмов [1].

Что касается третьего направления, то здесь цифровые технологии помогают взаимодействовать как человеку с человеком, так и человеку с машиной. Так, на предприятия внедряют специальную униформу, на которой расположены датчики. Они улавливают состояние окружающей среды и состояние человека, что дает сигналы об опасных условиях или состоянии человека руководству.

Следует отметить, что цифрофизическое преобразование обязано заслугам в области робототехники. Развитие этого направления делает автономное оборудование более доступным и эффективным. В горной промышленности использование дистанционно-управляемого и ассистируемого оборудования становится повсеместным.

Стойленский горно-обогатительный комбинат, расположенный в г. Старый Оскол, – крупнейший российский производитель железорудного сырья. На предприятии уже давно активно внедряются цифровые технологии, что повышает статус компании. Так внедряют систему мобильного технического обслуживания и ремонта оборудования (ТОРО). Она позволит автоматизировать ремонтные процессы, сократить время на ввод и обработку данных о работе и состоянии оборудования, снизить затраты на ремонты. Ремонтные службы смогут своевременно и в полном объеме получать информацию о состоянии оборудования, проводить анализ и делать выводы. Это поможет сократить влияние человеческого фактора на процессы [2].

Помимо этого, на предприятие внедрились трехмерный лазерный сканер для маркшейдерских работ в карьере. Такой прибор позволит специалистам в короткие сроки получать трехмерную модель поверхности карьера, что упростит задачу определения объема горной массы в карьерах и обвалах. Также, внедрение технологии повысит безопасность проведения работ.

С недавних пор, в цехе железнодорожного транспорта Стойленского ГОКа предприятия внедрили систему интеллектуального управления работой железнодорожного транспорта. Система позволяет повысить производительность локомотивов, а также совершенствовать логистику на производстве.

В завершении отметим, что цифровые технологии значительно позволяют повысить эффективность разработки месторождений, оптимизировать элементы технологического и производственного характера, повысить безопасность горных работ, позволяют упростить логистику на добывающем предприятии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ведиг М. Цифровизация в горнодобывающей промышленности. Режим доступа: [Электронный ресурс] <http://www.good-climate.com/materials/files/152.pdf>
2. Добывающие предприятия внедряют цифровые технологии: Цифровизация в горнодобывающей промышленности: информационный бюллетень. 2019 г. Режим доступа: [Электронный ресурс] <https://rg.ru/2020/04/28/rossijskie-dobyvaiushchie-predpriiatiia-vnedriaiut-cifrovye-tehnologii.html>
3. Косарева И.Н., Самарина В.П. Особенности управления предприятием в условиях цифровизации // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 3. С. 20.
4. Самарина В.П. Проблемы внедрения информационно-коммуникационных технологий в современную российскую промышленность // Материалы XIX Отчетной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава. под редакцией С.Л. Иголкина. 2016. С. 88-91.
5. Самарина В.П. Черная металлургия России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2016. 2016. С. 528-532.

## **ФОРМИРОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППИРОВКИ СТАТЕЙ АКТИВА И ПАССИВА БАЛАНСА**

**Ильичева Е.В., Найденова Р.И., Полякова Е.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»*

*309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

*Raisa1959@mail.ru*

**Аннотация.** Показана необходимость формирования аналитических группировок статей актива и пассива баланса коммерческого предприятия в контексте определения финансовых результатов. В частности, сделан вывод о том, что результат оценки ликвидности баланса необходим как для внутреннего, так и для внешнего пользователя информации о предприятии.

**Ключевые слова:** ликвидность баланса; аналитическая группировка статей баланса; активы баланса; пассивы баланса

## **FORMATION OF ANALYTICAL GROUPING OF ARTICLES OF THE ASSET AND PASSIVE OF THE BALANCE**

**Ilyicheva E.V., Naydenova R.I., Polyakova E.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"*

*309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

*Raisa 1959@mail.ru*

**Annotation.** The necessity of forming analytical groupings of assets and liabilities of the balance sheet of a commercial enterprise in the context of determining financial results is shown. In particular, it was concluded that the result of assessing the balance sheet liquidity is necessary for both internal and external users of information about the company.

**Keywords:** balance sheet liquidity; analytical grouping of balance sheet items; balance sheet assets; balance sheet liabilities.

В современных условиях хозяйствования одной из главных задач становится поиск достоверной информации, позволяющей выбрать наиболее оптимальный вариант из ряда альтернативных, определить надежных партнеров, предвидеть финансовые результаты

своей деятельности. Чтобы функционировать эффективно в условиях рыночной экономики и не допустить банкротства предприятия, необходимо знать методологию управления финансами, правила определения оптимальной структуры капитала в разрезе состава и источников формирования.

Ликвидность баланса – важнейшая составляющая оценки финансового состояния предприятия, которая характеризует вероятность своевременной оплаты счетов и, в конечном счете, относится к индикаторам ранней диагностики банкротства. Результат оценки ликвидности баланса важен как для внутреннего, так и для внешнего пользователя информации о предприятии. Ликвидность баланса характеризует уровень обеспечения обязательств предприятия собственными активами, срок конвертации в денежные средства должен соответствовать периоду погашения обязательств. Главной задачей ликвидности баланса является достижение равного соотношения между обязательствами предприятия и его собственными активами. Активы баланса дифференцируются по периоду конвертации их в денежный эквивалент [1,2,3,4]. Методика классификации активов, в соответствии с их ликвидностью показана в таблице 1.

Таблица 1 – Классификации активов в соответствии с их ликвидностью

Степень ликвидности	Методика расчета	Формула по балансу
1	2	3
1. Абсолютно ликвидные активы – А1	Сумма денежных средств предприятия и краткосрочных финансовых вложений	1240+1250
2. Высоколиквидные активы – А2	Сумма дебиторской задолженности и прочих оборотных активов	1230+1260
3. Медленно реализуемые активы – А3	Сумма запасов и НДС	1210+1220
4. Труднореализуемые активы – А4	Сумма внеоборотных активов	1100
Баланс		1600

Пассивы баланса классифицируются в зависимости от степени срочности их погашения. Методика классификации пассивов в соответствии с их ликвидностью показана в таблице 2.

Таблица 2 – Классификации пассивов в соответствии с периодом их погашения

Степень срочности погашения	Методика расчета	Формула по балансу
1	2	3
1. Наиболее срочные обязательства – П1	Сумма кредиторской задолженности и прочих краткосрочных обязательств	1520+1550
2. Краткосрочные пассивы – П2	Сумма краткосрочных займов и кредитов	1510
3. Долгосрочные пассивы – П3	Сумма долгосрочных заемных средств и прочих долгосрочных обязательств	1400+1540
4. Собственный капитал – П4	Сумма собственного капитала	1300+1530
Баланс		1700

Цель анализа ликвидности баланса состоит в сопоставлении размера средств активов, сгруппированных в соответствии со степенью их ликвидности, с суммой обязательств пассивов, которые дифференцированы в соответствии с периодом их погашения.

Классификации активов ООО «АгроМ», в соответствии с их ликвидностью представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Классификации активов, в соответствии с их ликвидностью, тыс. руб.

Степень ликвидности	1-й период	2-й период	3-й период	Абсолютное отклонение		Относительное отклонение	
				2-й период	3-й период	2-й период	3-й период
1	2	3	4			7	8
1. Абсолютно ликвидные активы – А1	11346	7487	1096	-3859	-6391	2.76	0.27
2. Высоколиквидные активы – А2	131647	136981	139714	5334	2733	50.52	34.95
3. Медленно реализуемые активы – А3	126116	87757	213161	-38359	125404	32.37	53.32
4. Труднореализуемые активы – А4	26487	38904	45831	12417	6927	14.35	11.46
Баланс	295596	271129	399802	-24467	128673	100	100

В результате анализа классификации активов в соответствии с их ликвидностью, можно сделать следующие выводы. Из данных анализа видно, что рост общего количества активов, обусловлен в следствии роста медленно и трудно реализуемых активов. Величина абсолютно ликвидных активы на протяжении исследуемого периода постоянно сокращались, в 3-м анализируемом периоде их сумма сократилась по сравнению со 2-м анализируемым периодом на 6391 тысяч рублей. Объем высоколиквидных активов в 3-м анализируемом периоде по сравнению со 2-м анализируемым периодом увеличился на 2733 тысяч рублей. Также в 3 –м анализируемом периоде значительно возросли внеоборотные активы или труднореализуемые активы, на 6927 тысяч рублей. Абсолютно ликвидные активы трансформировались в медленно реализуемые активы, что свидетельствует о снижении общей ликвидности оборотных активов организации. Классификации пассивов ООО «АгроМ» в соответствии с периодом погашения рассмотрена в таблице 4.

Таблица 4 – Классификации пассивов в соответствии с периодом их погашения, тыс. руб.

Степень срочности погашения	1-й период	2-й период	3-й период	Абсолютное отклонение		Относительное отклонение	
				2-й период	3-й период	2-й период	3-й период
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Наиболее срочные обязательства – П1	248197	199002	326796	-49195	127794	73.4	81.74
2. Краткосрочные пассивы – П2	19379	15861	1871	-3518	-13990	5.85	0.47
3. Долгосрочные пассивы – П3	9	20	8	11	-12	0.01	0
4. Собственный капитал – П4	28011	56246	71127	28235	14881	20.75	17.79
Баланс	295596	271129	399802	-24467	128673	100	100



В результате анализа классификации пассивов в соответствии с периодом их погашения можно сделать следующие выводы.

Краткосрочные пассивы имеют положительную тенденцию к снижению, в 3-м анализируемом периоде краткосрочные пассивы сократились на 13990 тысяч рублей и составили 1871 тысяч рублей. В 3-м анализируемом периоде в структуре обязательств организации, наиболее срочные обязательства преобладают, и составляют 81.74% от общей суммы пассивов, и их сумма составила 326796 тысяч рублей, что на 127794 тысяч рублей больше чем во втором анализируемом периоде.

Исходя из данного фактора, медленно реализуемые активы, увеличение которых произошло на 125404 тысяч рублей, скорее всего, были пополнены за счет кредиторской задолженности. Из положительных моментов можно отметить рост собственного капитала, в 3-м анализируемом периоде его величина увеличилась на 14881 тысяч рублей и составила 71127 тысяч рублей. Соотношение коэффициентов ликвидности баланса предприятия представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Соотношение коэффициентов ликвидности баланса предприятия.

Нормативные показатели	Соотношение активов и пассивов		
	1-й период	2-й период	3-й период
1	2	3	4
$A1 \geq П1$	$A1=11346 \leq П1=248197$	$A1=7487 \leq П1=199002$	$A1=1096 \leq П1=326796$
$A2 \geq П2$	$A2=131647 \geq П2=19379$	$A2=136981 \geq П2=15861$	$A2=139714 \geq П2=1871$
$A3 \geq П3$	$A3=126116 \geq П3=9$	$A3=87757 \geq П3=20$	$A3=213161 \geq П3=8$
$A4 \leq П4$	$A4=26487 \leq П4=28011$	$A4=38904 \leq П4=56246$	$A4=45831 \leq П4=71127$
Абсолютное отклонение			
Отношение	2015	2016	2017
A1 - П1	-236851	-191515	-325700
A2 - П2	112268	121120	137843
A3 - П3	126107	87737	213153
A4 - П4	-1524	-17342	-25296

Исходя из результатов проведенного анализа можно сделать вывод, что организация не имеет достаточного количества абсолютно ликвидных активов с целью погашения срочных задолженностей, нехватка денежных средств в 1-м анализируемом периоде составила 236851 тысяч рублей, во 2-м периоде она сократилась на 45336 тысяч рублей. В 3-м периоде она снова увеличилась и составила 325700 тысяч рублей, это связано с реализацией медленно реализуемых активов за счет краткосрочной задолженности.

С помощью дебиторской задолженности организация сможет покрыть краткосрочные пассивы, это гласит о выполнении соотношения. С помощью медленно реализуемых активов, организация сможет покрыть долгосрочные обязательства, избыток в 2017 году составил 213153 тысяч рублей.

Количество труднореализуемых активов меньше количества собственного капитала, что свидетельствует о соблюдении минимального условия финансовой устойчивости. Из четырех соотношений, характеризующих ликвидность активов, предприятие за исследуемый период выполняет три. Из этого следует, что организация в 3-м анализируемом периоде, является ликвидной, но не в полной мере.

Предприятию по итогу 3 го периода необходимо изменить структуру баланса в целях осуществления возможности сокращения своих обязательств. Платежеспособность – показатель, при котором организация имеет возможность покрыть обязательства, в том случае, если кредиторы одновременно предъявят требования о ликвидации задолженности.

Данный анализ изучает текущую и перспективную платежеспособность. Для текущей платежеспособности необходимо провести сравнение абсолютно ликвидных активов и высоко ликвидных активов с наиболее срочными пассивами и краткосрочными обязательствами. Для текущей платежеспособности норматив выполняется при соблюдении следующего условия:  $A1+A2 \geq П1+П2$ . Данное соотношение будет свидетельствовать о платежеспособности или неплатежеспособности на ближайшее время. Произведем расчет текущей платежеспособности за исследуемый период в тыс. руб.

$$1 \text{ – й период} = 11346 + 131647 < 248197 + 19379$$

$$142993 \text{ и } 267576$$

$$2 \text{ – й период} = 7487 + 136981 < 199002 + 15861$$

$$144468 \text{ и } 214863$$

$$3 \text{ – й период} = 1096 + 139714 < 326796 + 1871$$

$$140810 \text{ и } 328667$$

В результате проведенного расчета можно сделать вывод, что предприятие не является платежеспособным на данный момент.

На основании анализа платежеспособности можно сделать вывод, что на данный момент предприятию не удастся уменьшить краткосрочную задолженность, а также наиболее срочные обязательства за счет абсолютно ликвидных и высоколиквидных активов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Турманидзе Т.У. Финансовый анализ [Электронный ресурс] : Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юнити-Дана. – 2017. – 289 с.

2. Абдукаримов И.Т. Анализ финансового состояния и финансовых результатов предпринимательских структур. Учебное пособие. – Инфра-М. – 2018

3. Найденова Р.И., Юдина Р.И. Анализ финансовых результатов деятельности предприятия на основе факторных моделей управления прибылью // В сборнике:

Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2017. С. 419-423.

4. Акулова Е.А., Ильичева Е.В. Пользователи бухгалтерской отчетности и ее содержание //В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Одиннадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2014. С. 308-310.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИИ

**Манакова С.С.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол*

***Аннотация.** В данной статье рассмотрена значимость производства зерновых культур в сельскохозяйственном комплексе, дана оценка уровня самообеспеченности производства сельскохозяйственной продукции, ее внутреннего потребления, а также приведен статистический анализ баланса ресурсов и использования зерна в России.*

**Ключевые слова:** зерновое хозяйство; производство зерна; продовольственная безопасность; баланс.

## STATISTICAL ANALYSIS OF GRAIN PRODUCTION AND USE IN RUSSIA

**Manakova S.S.**

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russia*

***Annotation.** This article examines the importance of grain production in the agricultural sector, assesses the level of self-sufficiency in agricultural production and its domestic consumption, and provides a statistical analysis of the balance of resources and grain use in Russia.*

**Keywords:** grain farming; grain production; food security; balance.

Зерновое хозяйство в Российской Федерации является одним из основных и самых крупных в агропромышленном комплексе. Развитие данной отрасли определяет продовольственную безопасность в стране, то есть обеспеченность населения необходимыми продуктами питания.

Производство зерна – основа всего сельскохозяйственного комплекса, так как имеет широкое распространение в использовании в качестве корма на комплексах животноводства и птицефабриках. Это обусловлено тем, что зерно может храниться продолжительное время и при этом не требует особых условий в транспортировке на большие расстояния [2].

В соответствии с положениями Доктрины продовольственной безопасности РФ пороговое значение удельного веса зерна отечественного производства в общем объеме

ресурсов зерна внутреннего рынка должно составлять не менее 95%. В последние годы этот показатель не опускался ниже указанного уровня [3].

Для оценки продовольственной независимости используются показатели уровня самообеспеченности в виде процентного отношения объема отечественного производства сельскохозяйственной продукции к объему ее внутреннего потребления, имеющие пороговые значения, уровень показателя в отношении зерна составляет 95%. В течении последних четырех лет данный показатель находится на уровне 140-150%, что гарантирует самообеспеченность зерном, а также создает предпосылки для развития отрасли животноводства и высокий экспортный потенциал [1].

Основная роль зерна в обеспечении продовольственной безопасности также проявляется технологической возможностью создания резервов и запасов зерна, предназначенных для гарантированного снабжения страны с учетом агроклиматических и географических особенностей регионов [4].

Для проведения мониторинга и составления прогнозов продовольственной безопасности на территории РФ используются продовольственные балансы.

Баланс ресурсов и использования зерна в Российской Федерации представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Баланс ресурсов и использования зерна (без продуктов переработки) в РФ (млн. т.)

Показатель	Годы			Абсолютное отклонение (+,-)	
	2017	2018	2019	2018-2017	2019-2018
<b>Ресурсы</b>					
Запасы на начало года	77,2	90,7	72,6	13,5	-18,1
Производство (валовой сбор в весе после доработки)	135,5	113,3	121,2	-22,2	7,9
Импорт	0,7	0,4	0,3	-0,3	-0,1
Итого ресурсов	213,4	204,4	194,1	-0,9	-10,3
<b>Использование</b>					
Производственное потребление В т.ч.	24,4	23,2	23,3	-1,2	0,1
на семена	11,3	10,7	10,6	-0,6	-0,1
на корм скоту и птице	13,1	12,5	12,7	-0,6	0,2
Переработано на муку, крупу, комбикорма и другие цели	53,4	52,5	53,3	-0,9	0,8
Потери	1,5	1,2	1,2	-0,3	0
Экспорт	43,3	54,8	39,3	11,5	-15,5
Личное потребление (фонд потребления)	0,1	0,1	0,1	0	0
Запасы на конец отчетного периода	90,7	72,6	76,9	-18,1	4,3

Анализ результатов баланса ресурсов и использования зерна в Российской Федерации показал, что производства зерна в 2019 г. выросло на 7,9 млн. т. и составил 121,2 млн. т. Поступление продукции на территорию России снижается на протяжении всего анализируемого периода. Это свидетельствует о полной обеспеченности потребностей нашей страны необходимыми сельскохозяйственными ресурсами за счет собственных внутренних источников. Так, в 2018 году показатель снизился на 0,3 млн. т., а в 2019 г. на 0,1 млн. т. и составил 0,3 млн. т. При этом показатель экспорта зерновых культур в 2019 г. снижается на 15,5 млн. т., что обусловлено низким уровнем урожайности.

Производственное потребление зерна в 2019 г. составило 23,3 млн. т., что на 0,1 млн. т. больше, чем в 2018 г., что характеризует рост объема продукции, используемого на непищевые цели. Таким образом, расход на семена имеет тенденцию к снижению на протяжении всего исследуемого периода, и в 2019 г. он составил 10,6 млн. т., данный показатель отражает расход зерна на семена у сельскохозяйственных производителей. Расход на корм вырос на 0,2 млн. т. и составил 12,7 млн. т.

Показатель объема зерна, переработанного на муку и крупу сельскохозяйственными производителями, а также другими организациями на комбикорма и другую кормовую продукцию в 2019 г. вырос на 0,8 млн. т., и составил 53,3 млн. т.

Потери зерна определяются на всех стадиях от производства до реализации и включают: потери у сельскохозяйственных производителей, на предприятиях-изготовителях, в хлебоприемных организациях, в организациях оптовой торговли и других организациях, при этом показатель потерь зерна не изменился с 2018-2019 гг., и составил 1,2 млн. т.

В состав фонда личного потребления включается зерно, которое потребляется в домашних хозяйствах в сыром виде и не включается зерно, потребленное в переработанном виде, в анализируемом периоде показатель остался неизменным и составил 0,1 млн. т. Абсолютный прирост запасов за 2019 год составил 4,3 млн. т, главным образом, за счет роста объема производства зерновых культур.

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что баланс зерновых ресурсов и использования зерна позволяет констатировать эффективность мероприятий, направленных на регулирование внутреннего рынка зерна, а также продвижение зерновой продукции на мировом рынке. Объем внутреннего рынка зерновых культур растет благодаря разнообразию видов и сортов продукции растениеводства, ее адаптации к различным климатическим условиям и почвам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брянских, С.П. Экономика сельского хозяйства / С.П. Брянских. – М.: Агропромиздат, 2017. – 326 с.
2. Запольский, М.И. 3. Добрынин, В.А. Актуальные проблемы экономики АПК. Уч. пособие / В.А. Добрынин. – М.: Издательство МСХА, 2015. – 280 с.
3. Тоболич, З.А. Экономика предприятий агропромышленного комплекса / З. А. Тоболич. – Москва: Проспект, 2016. – 119 с.
4. Экономика агропромышленного комплекса: пособие / М. И. Запольский. – М.: ГГТУ, 2018. – 175 с.

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ В КОНТЕКСТЕ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВОЙ  
ПОЛИТИКИ КОММЕРЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

**Найденова Р.И., Полякова Е.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00  
Raisa 1959@mail.ru*

***Аннотация.** Показана актуальность совершенствования системы управления текущими активами предприятия в современных условиях хозяйствования. Главная задача контроля в контексте управления оборотными средствами заключается на основе создания достаточной величины и структуры оборотных средств. Процесс формирования такой политики в части текущих активов состоит из определения ряда факторов, оказывающих влияние на хозяйствующий субъект, а также из детальной оценки каждой конкретной составляющей структуры оборотных активов.*

**Ключевые слова:** оборотные активы; финансовая политика субъекта хозяйствования; структура оборотных активов

**THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE FORMATION OF A CURRENT ASSET  
MANAGEMENT SYSTEM IN THE CONTEXT OF OPTIMIZING THE FINANCIAL  
POLICY OF A COMMERCIAL ENTERPRISE**

**Naydenova R.I., Polyakova E.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
Raisa 1959@mail.ru*

***Annotation.** The urgency of improving the system of managing the current assets of the enterprise in modern economic conditions is shown. The main task of control in the context of working capital management is based on the creation of a sufficient size and structure of working capital. The process of forming such a policy in terms of current assets consists of identifying a*



*number of factors that affect an economic entity, as well as a detailed assessment of each specific component of the structure of current assets.*

**Keywords:** current assets; financial policy of a business entity; structure of current assets

Финансы в предпринимательской деятельности – это совокупность отношений, в процессе которых формируются и наиболее эффективно используются денежные средства для осуществления производства и реализации продукции [1]. Конечным результатом функционирования предприятия является получение прибыли, которая является одним из источников его дальнейшего функционирования [2].

Для того чтобы предприятие было конкурентоспособным важно правильно распределять имеющиеся в распоряжении запасы оборотных средств. В сложившихся современных условиях многим отечественным организациям необходимо срочное пополнение объемов оборотных средств. Нехватка текущих активов может быть связана с резким спадом спроса на продукцию, вследствие чего организация теряет часть ликвидных средств. Развитие такой ситуации может привести к банкротству хозяйствующего субъекта.

На сегодняшний день экономика страны находится в нестабильном положении, диктующим необходимость привлечения финансовых ресурсов. Именно поэтому тема совершенствования системы управленческого аппарата текущими активами предприятия является актуальной на данный момент. Рассмотрим отдельные мнения различных финансистов по вопросу источников финансирования текущих активов.

Источники детализируются на собственные и заемные, при чем к собственным будут относиться доход, полученный от деятельности, а к привлеченным - средства сторонних организаций, которые формируются при условии комплексной работы.

Оборотные активы должны занимать третью часть собственного капитала хозяйствующего субъекта для того, чтобы предприятие было финансово устойчивым.

Главная цель обеспечения контроля за образованием оборотного капитала организации заключается в обеспечении эффективного результата от вовлечения в процесс производства заемных источников.

Уровень эффективности работы предприятия напрямую зависит от разработанной на базе хозяйствующего субъекта выстроенной политики управления. Основной частью такой политики считается раздел контроля за текущими активами.

Главная задача политика контроля в части управления оборотными средствами заключается в создании достаточной величины и структуры оборотных средств. Процесс формирования такой политики в части текущих активов состоит из определения ряда факторов, оказывающих влияние на хозяйствующий субъект, а также из детальной оценки

каждой конкретной составляющей структуры оборотных активов. Данная процедура проводится не только для того, чтобы подготовить комплекс мероприятий по повышению результативности от использования оборотных активов, но и с целью повышения эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Грамотно построенная политика в области контроля за движением оборотных средств будет способствовать в будущем развитию предприятия, увеличению показателей ликвидности и рентабельности имущества, а также устойчивости хозяйствующего субъекта в отрасли.

Каждому хозяйствующему субъекту необходимо знать, что главной особенностью управления текущими средствами является быстрое принятие управленческих решений в части распределения оборотных средств. Как правильно решения принимаются в краткосрочный период времени.

Формирование политики управления строится на изучении факторов, способных значительно влиять на состав оборотных средств. На рисунке 1 представлены некоторые группы таких факторов

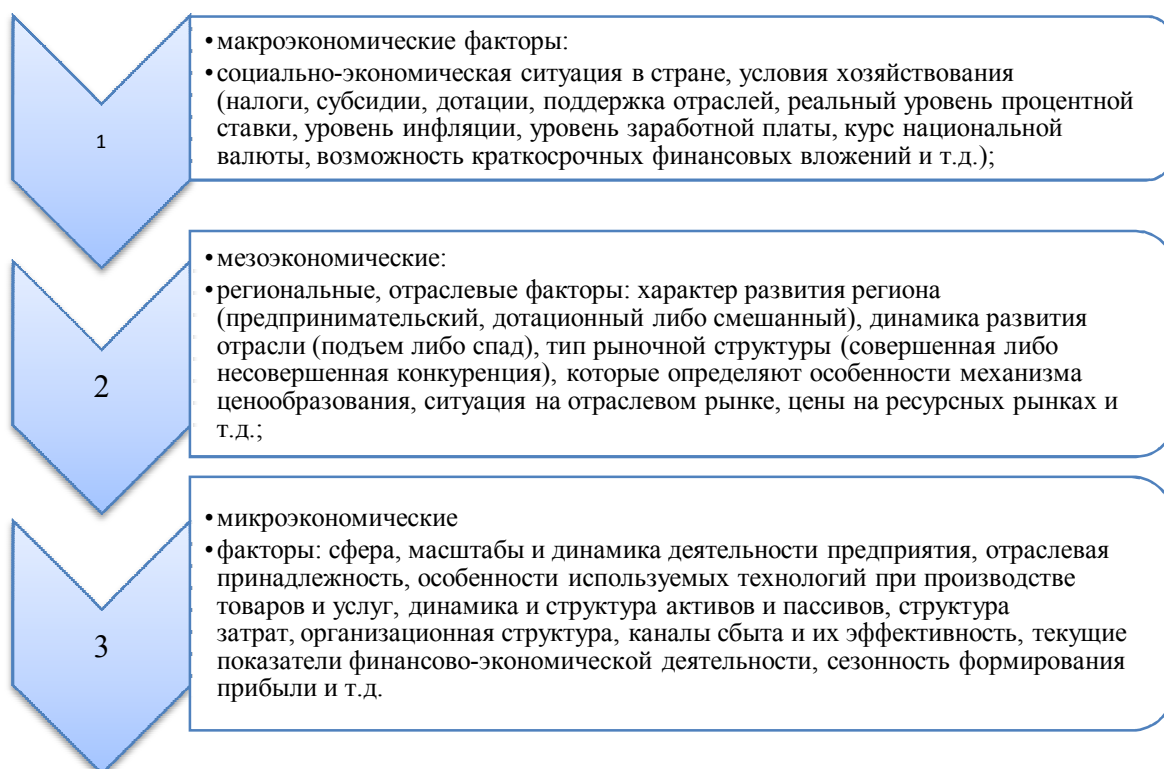


Рис. 1 – Факторы, влияющие на структуру оборотных средств

Существует и другая классификация данных факторов. Так, некоторые специалисты выделяют следующие виды факторов влияния на объемы активов:

- уровень надёжности действующего нормативно-правового регулирования;
- развитость инфраструктуры;
- социально-экономические факторы;

- цены производственных материалов;
- инфляция и т.д..

Опыт зарубежных и отечественных специалистов в области финансового менеджмента показывает, что наибольшее влияние на изменение величины текущих активов оказывают факторы, содержащиеся в группе макроэкономических, при том, что зачастую хозяйствующие субъекты игнорируют возможные воздействия данных причин. Политика управления оборотными средствами хозяйствующего субъекта предусматривает два направления – управлением целой системой или же конкретными элементами, составляющими оборотные средства [3].

Отметим, что на сегодняшний день существует несколько подходов к управлению текущими активами. В ходе исследования разработана их классификация в соответствии с взаимосвязью прибыльности и риска.

Применение заявленных подходов к управлению зависит от конкретной сложившейся ситуации. Самым оптимальным вариантом считается соотношением средней степени риска и среднего уровня доходности.

Следующий этап характеризуется определением количественного показателя средств. Принято производить расчет обеспеченности оборотными активами путем определения доли от общей величины реализованной продукции (или же от суммы активов). Нормативным значением будет считаться аналогичный показатель удельного веса в работе компаний, успешно функционирующих на рынке. Или же предприятием следует брать за основу целевые финансовые показатели деятельности субъекта. Такие показатели определяются целью конкретного хозяйствующего субъекта. Они состоят из результатов прогноза будущей доходности предприятия, а также уровня предстоящих рисков.

Процесс управления финансовыми рисками – неотъемлемый процесс финансового планирования, так как помогает предприятию достичь целевых показателей прибыльности, рентабельности, а также предотвратить нерациональное использование ресурсов.

На следующем этапе возникает необходимость анализа результативности планируемой величины оборотных средств. Здесь оцениваются показатели рентабельности активов и объем чистых средств. Оценка эффективности складывается из сравнения двух значений – объема текущих активов и источником финансирования. Для этого требуется опередить величину чистого оборотного капитала организации. Если полученное значение превышает нулевое, то данный факт хозяйственной деятельности говорит о том, что при формировании текущих активов были задействованы собственные средства. Наиболее благоприятным вариантом считается ситуация, при которой чистый оборотный капитал

приравнивается к нулю. Данный факт свидетельствует о том, что оборотные средства обеспечиваются за счет привлеченных источников [4].

Также следует отметить, в результате проведения мероприятий по модернизации управления оборотными активами формируется документ, нормативного характера, который содержит следующие пункты, представленные на рисунке 2.

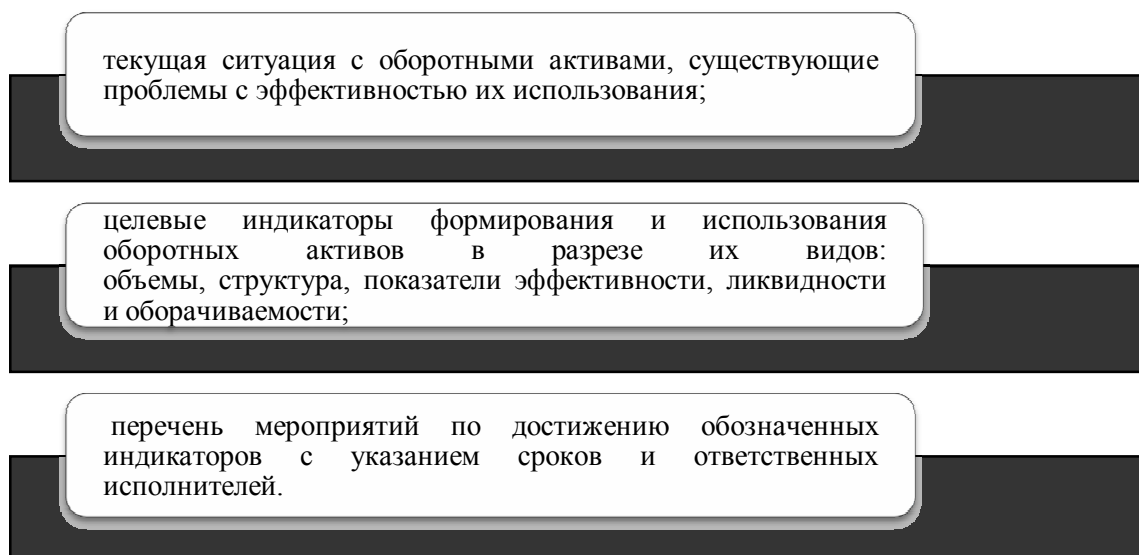


Рис. 2 – Информация, содержащаяся в нормативном документе

Результат, полученный от применения данной политики, зависит от ряда факторов, а основной задачей финансового менеджмента является выявление внутренних возможностей хозяйствующего субъекта.

Подводя итог, можно сделать вывод, что грамотно построенная политика управления оборотными средствами организации включает в себя совокупность мероприятий, направленных на улучшение показателей эффективности работы предприятия, и как следствие оптимизации финансовой политики хозяйствующего субъекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключкова К.А., Виноходова А.Ф., Демьяненко М.С. Управление финансами в предпринимательской деятельности // Гуманитарный научный журнал. 2019. №1. С.178- 184.
2. Найденова Р.И., Юдина Н.И. Анализ финансовых результатов деятельности предприятия на основе факторных моделей управления прибылью // В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. 2017. С. 419-423
3. Липчиу Н.В. Модели управления оборотным капиталом организаций в современных условиях // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 76 (02). С. 12-19

4. Рябец П.С., Бондаренко Т.Н. Анализ факторов, влияющих на финансовые результаты деятельности предприятия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 6-4. С. 761-764

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

**Найденова Р.И., Виноходова А.Ф., Полякова Е.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00  
Raisa 1959@mail.ru*

**Аннотация.** Рассмотрены функции налогового планирования. Для внедрения системы налогового планирования в блок анализа финансово-хозяйственной деятельности включается налоговый анализ, проводимый для оценки налоговой нагрузки на предприятие, с целью оптимизации налогооблагаемой базы по каждому налогу, уплачиваемому предприятием.

**Ключевые слова:** налоговое планирование; классическое; оптимизационное; противозаконное налоговое планирование

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE COMPANY'S FUNCTIONING THROUGH THE INTRODUCTION OF TAX PLANNING ELEMENTS**

**Naydenova R.I., Vinohodova A.F., Polyakova E.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
Raisa 1959@mail.ru*

**Annotation.** *The functions of tax planning are considered. To implement a tax planning system, a tax analysis is included in the analysis block of financial and economic activities to assess the tax burden on an enterprise in order to optimize the tax base for each tax paid by the enterprise.*

**Keywords:** tax planning; classical; optimization; illegal tax planning

Сущность налогового планирования заключается в оптимизации налоговой нагрузки и недопущении неправомерных или спорных ситуаций с налоговыми органами, которые могут повлечь штрафные санкции. Основная цель налогового планирования - снижение налоговой нагрузки на основе:

- контроля за своевременностью уплаты налогов и сборов в бюджет;
- использования налоговых льгот, предусмотренных НК РФ и другими нормативными документами;
- корректировок учетной политики организации так, чтобы использовать существующие пробелы в налоговом законодательстве для своей пользы. Виды налогового планирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Виды налогового планирования в организации

Вид налогового планирования	Характеристика
1	2
Классическое (безрисковое)	организация и контроль погашения налоговых обязательств компании в соответствии с установленными законодательством нормами и сроками. Предполагает прогнозирование в соответствии с правовыми нормами
Оптимизационное (с вероятностью риска)	налоговая оптимизация базируется на применении пробелов в налоговом законодательстве на пользу организации, т.е. для максимального сокращения налогового бремени
Противозаконное (рискованное)	налоговое планирование строится на уклонении налогоплательщиков от погашения своих обязательств перед бюджетом посредством нелегальных схем и инструментов уменьшения налогового бремени. Что противоречит законодательству и влечет за собой определенную ответственность

Организации самостоятельно выбирают, какой из видов налогового планирования будет применяться. При этом следует помнить, что каждый из видов предусматривает определенные последствия, если речь идет о противозаконном налоговом планировании. Таким образом, прежде всего, необходимо исходить из последующих перспектив в развитии организации.

На налоговое планирование возложены операционная, контрольная функции и собственно планирование. Каждая из функций соответствует определенному уровню управления организацией. Например, операционная функция — самая значимая, выполняется на оперативном (текущем) уровне управления. Следовательно, оперативный уровень управления имеет неизбежный характер.

Контрольная функция осуществляется на завершающем этапе. Налоговое планирование как составная часть частью общей системы финансового управления и контроля организации осуществляет специальную подготовку контрактных типовых схем, крупных и долгосрочных хозяйственных контрактов.

Непосредственно функция планирования осуществляется на стратегическом уровне управления организацией, т.е. планируется деятельность и финансовое состояние организации в долгосрочной перспективе, разрабатываются стратегические решения по снижению налогового бремени. Разработка оптимальной стратегии развития предприятия с учетом налогового планирования способствует оптимизации хозяйственной деятельности предприятия при условии соблюдения требований Налогового кодекса.

Внедрение оптимальной системы налогового планирования на предприятии является связующим звеном между различными стадиями и направлениями финансового планирования предприятия.

Налоговая стратегия предприятия формируется на основе направлений его развития в сфере налогообложения. Выбранный стратегический план развития предусматривает формирование и рассмотрение годовых бюджетов предприятия с учетом влияния налоговых отчислений. При разработке стратегии развития предприятия необходима своевременная и полная информация для принятия эффективных управленческих решений по основным направлениям развития организации. Проводится анализ текущего состояния предприятия, при условии оценки производственного и финансового потенциала.

Для внедрения системы налогового планирования в блок анализа финансово-хозяйственной деятельности включается налоговый анализ, проводимый для оценки налоговой нагрузки на предприятие, с целью оптимизации налогооблагаемой базы по каждому налогу, уплачиваемому предприятием.

В условиях налогового анализа осуществляется расчет показателей налоговой нагрузки на предприятие в рамках анализа задолженности предприятия по налогам и сборам. Абсолютная налоговая нагрузка характеризует влияние количественной стороны воздействия системы налогообложения на субъект хозяйствования. Относительная налоговая нагрузка анализирует процесс налогового планирования с качественной стороны.

Перечень налогов и сборов имеет различия по объектам налогообложения и источникам уплаты, соответственно, оценка относительной налоговой нагрузки предусматривает применение формализованных относительных показателей, свидетельствующих о уровне влияния налогов на выручку от реализации продукции, балансовую и чистую прибыль, себестоимость производства и реализации продукции.

Сформировав тактические налоговые планы в рамках налоговой политики, руководство предприятия разрабатывает положения, координирующие действия сотрудников и гарантирующие выполнение конкретных действий определенными способами.



Источником информации для анализа является налоговый паспорт предприятия. Эффективность налогового планирования оценивают на основе сравнения плановых показателей с фактически достигнутых с учетом предпосылок перспективных налоговых планов предприятия. Формирование налоговой стратегии предприятия осуществляется на основании этапов, представленных на рисунке 1.



Рис. 1 – Этапы формирования налоговой стратегии предприятия [1]

Завершающим этапом формирования системы стратегических установок налогового планирования должен стать оптимизированный с учетом предпосылок действующего Налогового кодекса РФ и заданных параметров стратегии, график налоговых отчислений, данные которого включаются в расходную часть бюджета предприятия, формируемого в процессе бюджетирования. Необходимо согласование стратегических и операционных схем налогового планирования с дальнейшим переводом итогов процесса планирования налоговых платежей в показатели бюджетирования.

Определенное значение приобретает анализ налоговых выплат предприятия при формировании структуры издержек производства для достижения целей финансового менеджмента. Основное место занимает операционный анализ, определяющий уровень

соотношения цен на товары и объемов реализации, затрат и прибыли, генерируемой предприятием.

При оптимальном применении положений налогового планирования осуществляется увеличение предпосылок к дальнейшему увеличению стоимости организации на основе повышения уровня эффективности ее работы. Основными принципами, характеризующими налоговое планирование с позиции отличия его от налоговой минимизации и уклонения от налогообложения, являются:

— следования положениям законности в соответствии с действующим законодательством;

— исследование позиции налоговых органов, судебной практики относительно налоговых выплат, предусматривающих процедуру оптимизации;

— перспективность – планирование последствий некорректного применения различных методов и направлений налоговой оптимизации, способствующих крупным финансовым потерям;

— последовательность планирования с выделением этапов принятия решения об организационно-правовой форме организации, налоговой юрисдикции ;

— предварительное формирование финансовых результатов планирования в виде расчета вариантов сумм налоговых отчислений [2,3].

Таким образом, налоговое планирование, взаимодействуя с такими функциями управления, как маркетинг, финансы, учет, кадровая политика, снабжение, одновременно является одним из базовых инструментов формирования показателей эффективности функционирования предприятия, так как расчет последних без учета налоговых последствий является нецелесообразным. Следовательно, налоговое планирование должно стать обязательным инструментом в системе менеджмента российского предприятия при принятии управленческих решений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлюченко Л.В. Некоторые подходы к трактовке понятия налогового планирования// Инновации и инвестиции. 2013. №7.с. 195-197

2. Долгих И.Н. Налоговое планирование и оценка его эффективности // Международный бухгалтерский учет. 2013. №21. С.41-47

3. Демьяненко М.С., Найденова Р.И., Виноходова А.Ф. Совершенствование системы налогового планирования в коммерческих организациях//В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Сборник материаловПятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. Ред.кол. Ю.И.

Еременко,Е.В. Ильичева, Л.Н. Крахт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, М.С. Демьяненко. 2018.  
С. 468-473.

## ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Новикова О.А.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00*

***Аннотация.** В статье описаны принципы формирования стратегии предприятия. Рассмотрены основные элементы стратегии и подходы к ее формированию.*

**Ключевые слова:** элементы стратегии; формирование стратегии.

## PRINCIPLES OF FORMING AN INDUSTRIAL ENTERPRISE DEVELOPMENT STRATEGY

**Novikova O.A.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The article describes the principles of forming the company's strategy. The main elements of the strategy and approaches to its formation are considered.*

**Keywords:** strategy elements; strategy formation.

Одной из основ стратегического управления является определенно стратегия. Её выбор и реализация составляют важную часть содержания деятельности по стратегическому управлению. В стратегическом управлении стратегия рассматривается как долгосрочное качественно определенное направление развития организации, касающееся сферы, средств и форм ее деятельности, системы взаимоотношений внутри организации, а также позиции организации в окружающей среде.

Проанализировав высказывания и объединив мнения учёных по поводу понятия «Стратегия предприятия», можно сказать, что стратегия предприятия - это комплекс взаимосвязанных установок предприятия и перспективных программ и планов действий, в рамках которых планируется достижение определенных целей и решения основных задач предприятия.

Таблица 1 – Основными элементами стратегии являются.

Система целей (включая миссию)	Основная общая цель предприятия - четко выраженная причина его существования - обозначается как его миссия.
Политика	Её содержанием является совокупность конкретных правил организационных действий, направленных на достижение поставленных целей
Планы	Система конкретных действий по реализации принятой политики, направленной на решение задачи распределения ресурсов

Выделим несколько подходов к выработке стратегии предприятия:

Как считает один из ведущих теоретиков и специалистов в области стратегического управления М. Портер, существует три основных подхода к выработке стратегии поведения фирмы на рынке .

Таблица 2 – Основные подходы к формированию стратегии.

Подход №1	связан с лидерством в минимизации издержек производства. Данный тип стратегий связан с тем, что компания добивается самых низких издержек производства и реализации своей продукции. В результате этого она может за счет более низких цен на аналогичную продукцию добиться завоевания большей доли рынка Фирмы, реализующие такой тип стратегии, должны иметь хорошую организацию производства и снабжения, хорошую технологию и инженерно-конструкторскую базу, а также хорошую систему распределения продукции. Чтобы добиваться наименьших издержек, на высоком уровне исполнения должно осуществляться все то, что связано с себестоимостью продукции, с ее снижением. Маркетинг при такой стратегии не обязательно должен быть сильно развит.
Подход №2	к выработке стратегии связан со специализацией в производстве продукции. В этом случае фирма должна осуществлять высокоспециализированное производство и качественный маркетинг для того, чтобы становиться лидером в своей области. Это приводит к тому, что покупатели выбирают продукцию данной фирмы, даже если цена и достаточно высокая. Фирмы, реализующие этот тип стратегии, должны иметь высокий потенциал для проведения НИОКР, иметь прекрасных дизайнеров, прекрасную систему обеспечения высокого качества продукции, а также развитую систему маркетинга.
Подход №3	относится к фиксации определенного сегмента рынка и концентрации усилий фирмы на выбранном рыночном сегменте. В этом случае фирма досконально выясняет потребности определенного сегмента рынка в определенном типе продукции. В этом случае фирма может стремиться к снижению издержек либо же проводить политику специализации в производстве продукта. Возможно и совмещение этих двух подходов. Однако что является совершенно обязательным для проведения стратегии третьего типа, так это то, что фирма должна строить свою деятельность, прежде всего на анализе потребностей клиентов определенного сегмента рынка. То есть должна в своих намерениях исходить не из потребностей рынка вообще, а из потребностей вполне определенных или даже конкретных клиентов.

При формулировании любой стратегий фирма сталкивается с некоторыми объективными ограничениями, которые нельзя оставить без внимания:

1. Уровень наличных финансовых ресурсов.	Даже если выбранная стратегия оптимальна, фирме нужно серьезно подумать об источнике необходимых финансовых средств. Если у фирмы слишком мало собственных средств, она идет на неоправданно высокий риск, занимая деньги под солидный процент. Это, по крайней мере, подрывает интересы акционеров в получении дивидендов даже в случае высокой прибыли.
2. Размер приемлемого риска.	Многие фирмы готовы принять только весьма умеренный, подчас даже минимальный риск. Это существенно снижает диапазон выбора стратегий.
3. Потенциальные навыки и способности фирмы.	Хорошие стратегии часто требуют навыков и способностей свыше тех, которыми обладает фирма. Приобретение новых навыков требует времени, а стратегия предполагает быстрые действия.
4. Отношения в рамках рабочих связей фирмы.	Часто поставщики или участники каналов распределения не могут обеспечить приемлемые условия и готовность работать так, как это нужно для реализации вашей стратегии.
5. Противодействие конкурентов.	Часто замечательные стратегии перечеркиваются действием конкурентных сил. Например, стратегия предполагает снижение цен для стимулирования краткосрочного спроса. Конкуренты могут отреагировать на такую стратегию ведением «ценовых войн», которые являются слишком дорогостоящими и не позволят компании удерживаться в запланированном русле длительное время.

Состояние отрасли и позиция фирмы в отрасли зачастую могут играть решающую роль при выборе стратегии роста фирмы. Ведущие, сильные фирмы должны стремиться к максимальному использованию возможностей, порождаемых их лидирующим положением, и к укреплению этого положения. Лидирующие фирмы в зависимости от состояния отрасли должны выбирать различные стратегии роста. Так, например, если отрасль идет к упадку, то следует делать ставку на стратегии диверсификации, если же отрасль бурно развивается, то выбор должен падать на стратегию концентрированного роста либо же стратегию интегрированного роста.

Слабые фирмы должны вести себя по-другому. Они должны выбирать те стратегии, которые могут привести к увеличению их силы. Если же таких стратегий нет, то они должны покинуть данную отрасль. Например, если попытки усилиться в быстро растущей отрасли с помощью стратегий концентрированного роста не приведут к желаемому состоянию, фирма должна реализовать одну из стратегий сокращения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володина, О.А. Стратегический и инновационный менеджмент: Учебное пособие / О.А. Володина. - М.: Academia, 2019. - 446 с.

2. Бараненко, С.П. Стратегический менеджмент. / С.П. Бараненко. - М.: Центрполиграф, 2019. - 480 с.

3. Зуб, А.Т. Стратегический менеджмент: Учебник и практикум / А.Т. Зуб. - Люберцы: Юрайт, 2015. - 375 с.

## ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ: ВОПРОСЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ

**Терешина М.В., Онищенко М.В.**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»*

***Аннотация.** Исследование посвящено вопросам практической имплементации политики развития зеленой экономики. Продемонстрированы основные тенденции развития политики зеленой экономики в международном контексте, раскрываются ее основные направления и перспективы развития. Выявлены и проанализированы основные факторы, влияющие на реализацию «зеленых» политических инициатив, к числу которых относятся экономические и рыночные, технологические, политико-административные. Сделаны выводы относительно тех мер и инструментов, с помощью которых органы государственной власти могут стимулировать процесс «зеленого» перехода.*

**Ключевые слова:** политика развития зеленой экономики; зеленый рост; факторы развития зеленой экономики.

## POLICY FOR THE DEVELOPMENT OF THE GREEN ECONOMY: ISSUES OF PRACTICAL IMPLEMENTATION

**Tereshina M.V., Onishenko M.V.**

*FSBEI HE «Kuban State University»*

***Annotation.** The research is devoted to the practical implementation of the green economy development policy. The main trends in the development of green economy policy in the international context are demonstrated, and its main directions and prospects for development are revealed. The main factors influencing the implementation of "green" political initiatives, including economic and market, technological, political and administrative ones, are identified and analyzed. Conclusions are drawn about the measures and tools that public authorities can use to stimulate the process of "green" transition.*

**Keywords:** green economy policy; green growth; green economy development factors

В последние годы в подавляющем большинстве стран наблюдается развертывание политики зеленой экономики как новой низкоуглеродной, ресурсоэффективной и социально инклюзивной стратегии повышения благосостояния населения и минимизации



экологических рисков. С учетом национальных потребностей и приоритетов разрабатываются политические меры и национальные стратегии, создаются национальные и международные платформы, партнерства, программы, фонды и реализуются другие инициативы.[1] В Европейском Союзе целый ряд элементов концепции зеленой экономики интегрирован в стратегические документы, такие, например, как Europe 2020 [2] и Дорожная карта ресурсоэффективности [3]. Южная Корея и Китай реализовали пятилетний план поддержки зеленой экономики [4] В Китае, например, на длительную перспективу провозглашена стратегия «экологической цивилизации», на реализацию которой выделяются значительные инвестиции. [5]

Инициатива «Зеленая экономика» под эгидой программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП), начатая в конце 2008 года, обеспечивает анализ и политическую поддержку инвестиций в зеленый сектор и «озеленение» экологически неблагоприятных секторов. Фокусируясь на источниках проблемы деградации окружающей среды и возможных механизмах перехода к зеленому росту, концепция зеленой экономики направлена на выработку решений «тройного выигрыша» (экологического, экономического и социального). Основные области имплементации политики включают сохранение и приумножение запасов и потоков природного капитала, а также энерго- и ресурсосбережение, содействие в развитии эко-инноваций и экологически дружественных технологий в самых разных сферах: возобновляемой энергетике, управлении отходами, строительстве, туризме и т.д.

Потенциал «зеленых» решений для трансформации существующих экономических моделей считается значительным, как в развивающихся, так и в развитых странах, а также во всех секторах общества. По расчетам Всемирного банка, проведенным в 2014 году, инвестиции в чистые технологии до 2024 года в развитых и развивающихся экономиках могут превысить 6,4 триллиона долларов. Бизнес-потенциал также значителен. По прогнозам, повышение производительности ресурсов может обеспечить европейским экономикам к 2030 году первичную ресурсную выгоду в размере 0,6 трлн евро в год, при этом внедрение только циркулярных технологий сделает возможность дополнительного получения ежегодно 1,2 трлн евро в нересурсных секторах за счет положительных экстерналий эффектов.[6] Оценки выгод «зеленого» перехода были проведены для многих национальных экономик и продемонстрировали его привлекательность и возможности.

В то же время, анализ зарубежных практик развертывания политики зеленого роста в некоторых случаях показывает слабую тиражируемость, а также необходимость значительных государственных инвестиций, что ставит под угрозу их рыночную жизнеспособность.

В декабре 2019 года Европейский союз представил свой новый Зеленый курс (GreenDeal) [7], обязанным своим названием новому курсу Франклина Рузвельта, который заключался в финансировании федеральным правительством США комплексных социальных и культурных программ по преодолению Великой Депрессии 1930-х годов [8] и укреплению национальной солидарности. Зеленый курс - это еще одна версия модели «зеленого роста», которая поддерживает традиционное видение индустриального общества, включая его крупномасштабную технологизацию и автоматизацию. При этом Зеленый Новый курс ставит гораздо более амбициозные цели, чем просто создание экономических условий для сокращения выбросов парниковых газов. В частности, речь идет о «построении новых национальных институтов, реорганизации различных секторов общества и тщательном прописывании новых правил игры для бизнеса и экономики в целом» [9]. Региональный контекст отражается в различиях содержания «зеленого» перехода, в частности, разнообразием форм фискальной и других форм финансовой поддержки, темпах перехода и т.д.

В таблице 1 представлены наиболее важные факторы, способные оказать позитивное или негативное влияние на реализацию «зеленых» политических инициатив.

Таблица 1 – Факторы, влияющие на реализацию «зеленых» политических инициатив

Группа факторов	Позитивное влияние	Негативное влияние
Экономические и рыночные	Решения с «тройным эффектом» (экономическим, экологическим и социальным) Внешняя финансовая поддержка Экономическая эффективность Децентрализованные рыночные структуры Инновационные механизмы финансирования	Слабая конкурентоспособность в прибыли по сравнению с традиционными практиками Отсутствие финансирования после пилотного проекта Низкая экономическая эффективность Неблагоприятная конъюнктура внутреннего рынка
Технологические	Комплексная оценка экологических, экономических и социальных выгод Достаточный уровень технологического развития в целом	Методологические трудности в оценке реализации комплексной оценки воздействия неразвитость оценочных механизмов природного капитала, а также инструментов оценки полного экономического ущерба от негативного воздействия на окружающую среду
Политико-административные	Регуляторные стимулы Активное участие государственного сектора Разработка соответствующих стандартов Интеграция со стратегическими целями развития	Лоббизм интересов сырьевых корпораций инерционный прессинг сложившейся модели развития, непоследовательность принятия стратегически значимых управленческих решений
Сетевые и социальные	Развитый социальный капитал между основными стейк-холдерами Эффективная координация/руководство Отношения между субъектами, формализованные контрактами	Отсутствие лидеров Дефицит эффективной коммуникации между стейк-холдерами Общественное восприятие Экологический имидж Экологическая маркировка и «умный дизайн»

		продукта Соппротивление изменениям и конфликты на уровне NIMBY("not in my back yard") Негативный образ зеленых проектов и инициатив в массовом сознании
--	--	---

Практическая имплементация политики зеленой экономики связана с множеством контекстуально обусловленных факторов и определяемых ими причинно-следственных связей.[10] Обобщение международных практик и исследовательских кейсов позволяет сделать ряд выводов относительно тех мер и инструментов, с помощью которых органы государственной власти нашей страны могут стимулировать процесс «зеленого» перехода.

В зависимости от специфики конкретного «зеленого» проекта меры по его продвижению могут быть либо инкрементными и требовать незначительных изменений, либо системно-ориентированными, что предполагает глубокие преобразования моделей производства и потребления [11; 12]. Такие преобразования создают запрос на доступные инновационные технологии [13], организационную поддержку, формирование соответствующих рыночных и социально-экономических условий, интеграцию различных видов политик (экологической, инновационной, транспортной, строительной, энергетической, аграрной, политики территориального планирования и т.д.) [14; 15], но, прежде всего, политической воли. Отсутствие координации между хозяйственной деятельностью бизнеса и государственными органами власти может тормозить переход к «зеленой» экономике [16].

Анализ практики реализации «зеленых» проектов и политических инициатив также демонстрирует необходимость многоуровневого анализа последствий государственного регулирования с точки зрения их воздействия на общество и окружающую среду, постоянного мониторинга и эффективных информационных инструментах для оценки прогресса.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A Guidebook to the Green Economy. Issue 4: A guide to international green economy initiatives. United Nations Department of Economic and Social Affairs. UPL: <https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=916&menu=1516> (датаобращения 05.11.2020)
2. Europe 2020: A Strategy for Smart, Sustainable and Inclusive Growth. Communication from the Commission. Brussels.UPL: [http://ec.europa.eu/archives/growthandjobs\\_2009/](http://ec.europa.eu/archives/growthandjobs_2009/) (датаобращения 11.11.2020)

3. Mazza, L., ten Brink, P., 2012. Green Economy - Green Economy in the European Union, Supporting Briefing. UPL: [http://www.ieep.eu/assets/963/KNOSSOS\\_Green\\_Economy\\_Supporting\\_Briefing.pdf](http://www.ieep.eu/assets/963/KNOSSOS_Green_Economy_Supporting_Briefing.pdf) (дата обращения 09.12.2020)
4. "Зеленый" рост с нулевым выбросом углерода открывает будущее Кореи  
UPL:[https://www.greengrowth.go.kr/cmnmn/commonBoardView.do?category\\_seq=2&board\\_seq=2782](https://www.greengrowth.go.kr/cmnmn/commonBoardView.do?category_seq=2&board_seq=2782) (дата обращения 09.12.2020)
5. Бобылёв С.Н. Новые модели экономики и индикаторы устойчивого развития // Экономическое воз-рождение России. 2019. № 3. С. 23–29
6. The Ellen MacArthur Foundation, 2015. Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe. UPL: [www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation\\_Growth-Within\\_July15.pdf](http://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Growth-Within_July15.pdf) (дата обращения 02.11.2020)
7. European Commission. The European Green Deal. UPL:[https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/european-green-deal-communication_en.pdf) (дата обращения 09.12.2020)
8. Adler, D. Kulturindustrie and the Green New Deal. IPPR Progress. Rev. 2019, 26, P. 188-195.
9. Bozuwa, J. The politics and potential of the Green New Deal. IPPR Progress. Rev. 2019, 26, P.40–50
10. Borel-Saladin, J.M., Turok, I.N., 2013. The green economy: Incremental change or transformation? Environmental Policy Government . 23, P. 209–22
11. Крюков В.А., Крюков Я.В., Кузнецов С.В., Межевич Н.М., Воронина Е.П., Ларченко Л.В., Ускова Т.В. и др. Экономика современной Арктики: в основе успешности эффективное взаимодействие и управление интегральными рисками: монография. Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН, 2020. 245 с.
12. Barbier, E., 2011. The policy challenges for green economy and sustainable economic development. Natural Resources. Forum 35, P.233–245.
13. Steering innovations towards a green economy: Understanding government intervention/ Droste N., etc//, Journal of Cleaner Production, Volume 135, 2016, P. 426-434.
14. 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.
15. Субботина Е.В., Самарина В.П. Совершенствование механизмов управления качеством окружающей среды на предприятиях горнометаллургических комплексов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 4. С. 170.

16. Самарина В.П., Скуфьина Т.П. «Зеленая экономика» горнодобывающих регионов России: факты и тенденции»// Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), №. 7, 2015, с. 267-272.

## ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА

**Полякова Е.В., Найденова Р.И.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
Raisa 1959@mail.ru*

***Аннотация.** Рассматривается актуальность исследований при разработке блоков информационной составляющей налогового планирования на предприятиях. В ходе проведенного исследования авторы пришли к выводу, что информационная база должна строиться на систематизированных данных, регулярно поступающих из внутренних и внешних источников.*

**Ключевые слова:** информационная база налогового планирования; функции отделов анализа и планирования налоговых поступлений; аналитическая записка; оценка достоверности информации.

## FEATURES OF INFORMATION SUPPORT OF TAX PLANNING OF A BUSINESS ENTITY

**Polyakova E.V., Naydenova R.I.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
Raisa 1959@mail.ru*

***Annotation.** The relevance of research in the development of blocks of information component of tax planning at enterprises is considered. In the course of the study, the authors came to the conclusion that the information base should be based on systematized data regularly received from internal and external sources.*

**Keywords:** information base of tax planning; functions of the departments of analysis and planning of tax revenues; analytical note; assessment of the reliability of information.

В условиях рыночных отношений предприятия функционируют в условиях нестабильности внешней среды, что диктует необходимость своевременной адаптации своих налоговых планов. Значительные объемы информации, анализированной при разработке налоговых планов, предполагают наличие современного информационного обеспечения, позволяющего систематизировать процесс составления налоговых планов, с учетом осуществления необходимой их корректировке. Данное обстоятельство обуславливает актуальность исследований при разработке блоков информационной составляющей налогового планирования на предприятиях.

Информационная база должна строиться на систематизированных данных, регулярно поступающих из внутренних и внешних источников. К информации из внутренних источников относится информация, получаемая налоговыми органами. В структуре Федеральной налоговой службы действует Управление анализа и планирования. В управлении ФНС по регионам функционирует отделы анализа и планирования налоговых поступлений, функции которых представлены на рисунке 1

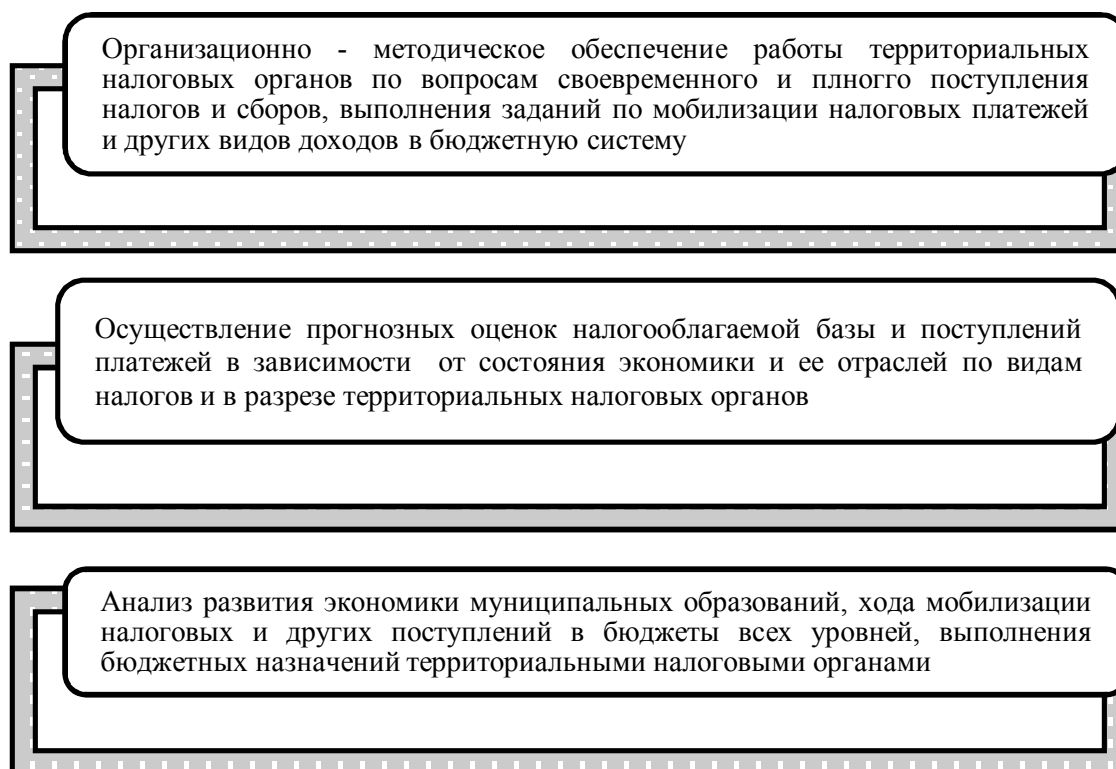


Рис. 1 – Функции отделов анализа и планирования налоговых поступлений.

К информации из внешних источников относится:

- нормативно правовая база;
- социально – экономическая информация;

- информация налоговых органов от правовых и судебных органов о нарушениях налогоплательщиками налогового законодательства.

Информационной базой для оценки показателей служит налоговая отчетность, включающая формы, основные из которых представлены на рисунке 2. Большое внимание уделяется формированию аналитической записки, к которой прилагаются таблицы с основными данными.

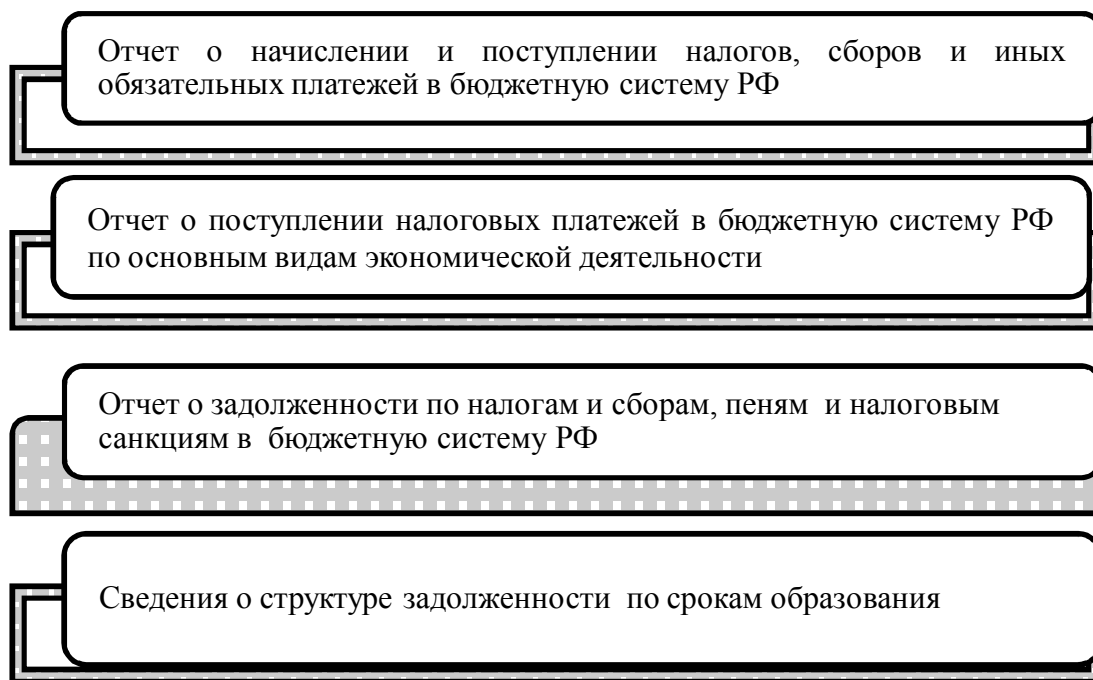


Рис. 2 – Основные формы налоговой отчетности

Таким образом, налоговое планирование в РФ на уровне субъектов федерации осуществляется на базе значительного массива актуальных данных, отражающие различные аспекты состояния и развития экономики регионов. Информационная база планирования является обширной, однако, как же указывалось, необходимо больше внимания уделять сбору данных для планирования в долгосрочной перспективе.

Кроме того, необходимо решать общую проблему российской системы государственной статистики, бухгалтерского и налогового учета. Проблема состоит в низкой достоверности отчетных данных. Основными причинами этой проблемы являются высокий уровень теневой экономики и сокрытие предприятиями реальных данных о своей хозяйственной деятельности. Организационно-аналитическая работа включает в себя сбор и обработку информации о налоговых поступлениях в бюджеты всех уровней. Информация содержащиеся в аналитических записках, служит основанием для внесения изменений в действующее налоговое законодательство, а также способствует определению проведения контрольных мероприятий.



В ходе проведения аналитической работы изучается состояние налогоплательщиков, налогооблагаемой базы, задолженности по налоговым платежам с учетом изменений налогового и бюджетного законодательства, также разрабатывается методологическое и экспертно-аналитическое обеспечение по ведению налоговых паспортов субъектов РФ и России в целом. Аналитические записки формируются на основе данных форм ведомственной налоговой отчетности, передаваемой в вышестоящие налоговые органы. Важной задачей прогнозирования результативности налогового процесса является задача определения в налоговом (бюджетном) периоде достижимого объема государственных доходов как в целом, так и за счет источников[1].

При налоговом планировании в рамках хозяйствующего субъекта можно выделить основные сферы деятельности, которые определяют направления применяемых методов налоговой оптимизации, рассмотренные на рисунке 3.

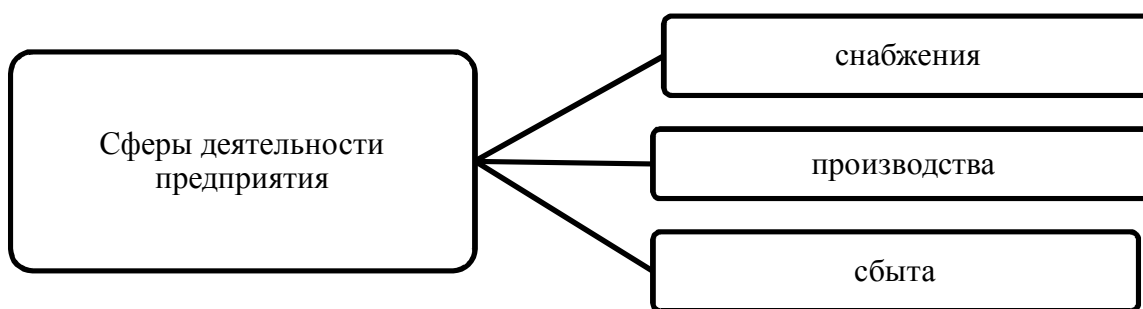


Рис. 3 – Основные сферы деятельности

В зависимости от основных сфер деятельности можно выделить соответствующее информационное обеспечение.

На основании отраслевой принадлежности предприятия формируется соответствующее информационное обеспечение.

Информационное обеспечение налогового планирования для закупки сырья и материалов предусматривает наличие информации, характеризующей особенности возникающих налоговых обязательств при приобретении необходимых материалов и комплектующих на основании предусмотренных этапов.[2]

.В сфере производства информационное обеспечение налогового планирования предусматривает сбор и оценку информации по налогам и сборам при формировании оплаты труда производственным рабочим.

Формирование информационной базы налогового планирования при реализации продукции предусматривает сбор и оценку информации по налоговым обязательствам при

реализации готовой продукции в разрезе этапов, предложенных на рисунке 4. Важнейшим условием налогового планирования является оценка достоверности информации, представляющая собой процедуру сопоставления информации об исследуемом объекте фактическому состоянию этого объекта, то есть рассматривается оценка уровня адекватности модели фактическому состоянию

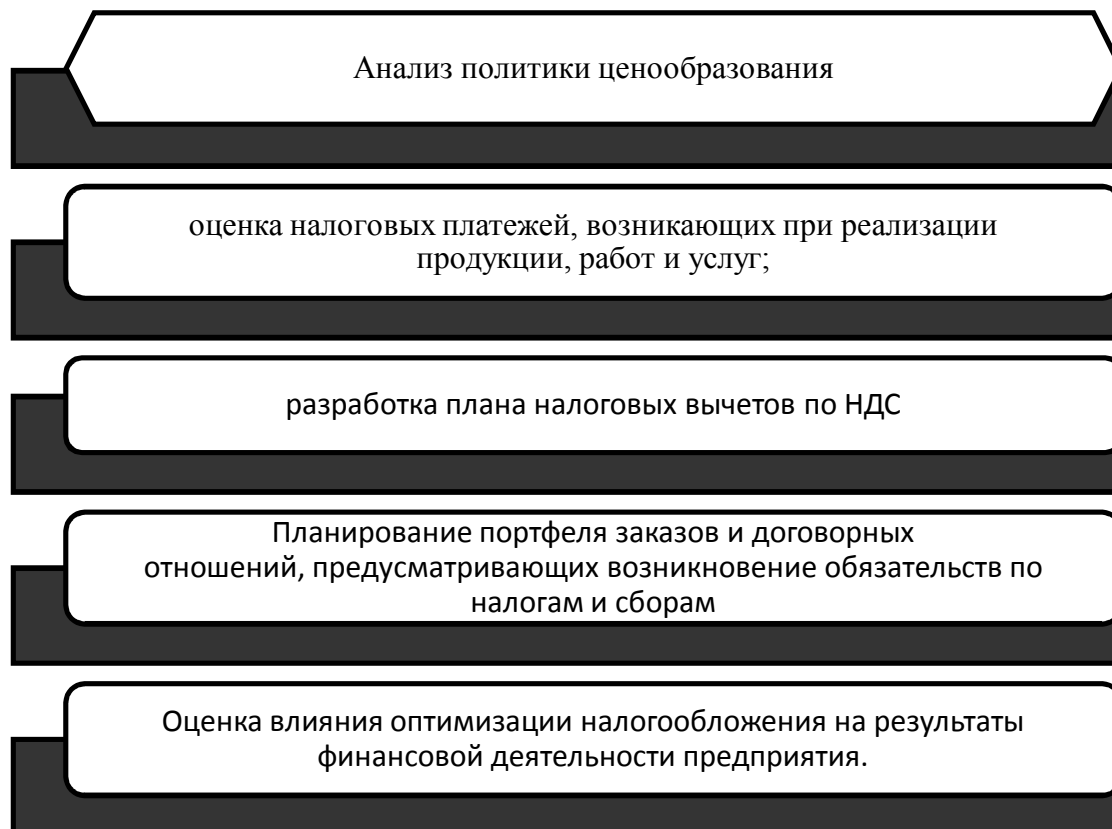


Рис. 4 – Основные направления формирования информационной базы при реализации готовой продукции

Установление достоверности информации характеризуется определенным уровнем сложности, так как необходимо оценить множество фактов для получения единой оценки достоверности анализируемой ситуации и возможности построения доверительного интервала [3]. Для информационного обеспечения налогового планирования необходим оперативный доступ к достоверным и общим базам данных, способствующим прогнозированию результатов функционирования предприятия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлюченко Л.В. Некоторые подходы к трактовке понятия налогового планирования// Инновации и инвестиции. 2013. №7.с. 195-197
2. Долгих И.Н. Налоговое планирование и оценка его эффективности // Международный бухгалтерский учет. 2013. №21. С.41-47

3. Демьяненко М.С., Найденова Р.И., Виноходова А.Ф. Совершенствование системы налогового планирования в коммерческих организациях//В сборнике: Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Сборник материаловПятнадцатой Всероссийской научно-практической конференции. Ред.кол. Ю.И. Еременко,Е.В. Ильичева, Л.Н. Крахт, А.А. Кожухов, А.В. Макаров, М.С. Демьяненко. 2018. С. 468-473.

## ФОРМИРОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

**Полякова Е.Ю., Востокова С.Н.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** В статье описаны векторы социально – экономического развития территории.*

**Ключевые слова:** социально - экономическое развитие; векторы развития; стратегическая цель.

## FORMATION OF PRIORITY DIRECTIONS OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE TERRITORY

**Polyakova E.Y., Vostokova S.N.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The article describes the vectors of socio-economic development of the territory.*

**Keywords:** socio-economic development; vectors of development; strategic goal

Развитие территории – это комплексный процесс изменений экономической, социальной, экологической, политической и духовной сфер, приводящих к качественным преобразованиям и, в конечном счете, к изменениям условий жизни человека.

Основными компонентами социально-экономического развития территории являются: экономика, человеческий потенциал, гражданское общество, жизнеобеспечение.

Основной целью сбалансированного развития территории является уменьшение дифференциации в уровне и качестве жизни населения.

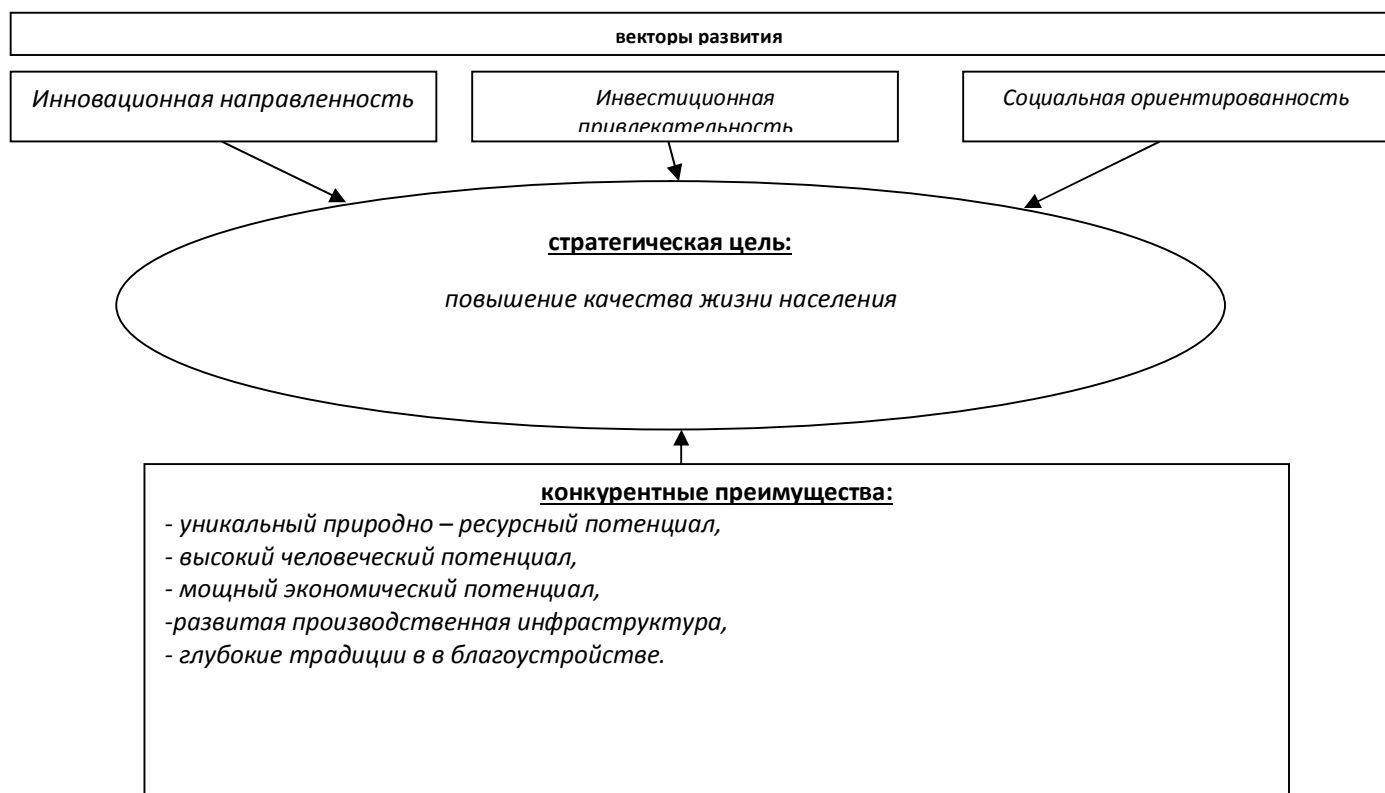


Рис. 1 – Основные векторы развития территории

Старый Оскол – второй по численности населения город в Белгородской области, который обладает не только природными возможностями, производственными мощностями, но прежде всего, достойными трудовыми ресурсами.

Понимая, что сегодня в приоритете - скорость освоения новой среды, городская власть приняла ряд платформенных решений, основой которых стала актуализированная Стратегия социально-экономического развития Старооскольского городского округа до 2025 года, которая разрабатывалась с привлечением стейкхолдеров, в том числе научных сообществ, при координации департамента экономического развития Белгородской области.

Современные города выступают в роли «центров развития», аккумулируя финансовые ресурсы, инновационные технологии, разнообразную инфраструктуру. Старооскольцы оправданно предъявляют к своему городу такие же требования, как и жители других крупных городов, которые отражены в образе будущего городского округа и опирается на идею «от роста экономики к благополучию жителей».

Главной стратегической целью определено повышение качества жизни населения посредством динамичного развития экономики и качественных преобразований в социальной сфере, формирование территории роста, устремленной в будущее.

Стратегия Старооскольского городского округа – это стратегия трех приоритетов:

- 1) экономическое инновационно-ориентированное развитие;
- 2) развитие человеческого капитала;
- 3) повышение качества условий жизнедеятельности населения.

Эта идея легла в основу программы трехлетнего развития «Апгрейд Старооскольской территории на 2018-2020 годы», цель которой - каркасная Реновация территории округа как фундамент долгосрочного Развития и устойчивого социально-экономического Роста.

При разработке стратегических документов округа были определены ключевые векторы развития на которые муниципальные органы власти могут оказывать существенное влияние: «Инновации»; «Сельское хозяйство»; «Образование»; «Здравоохранение»; «Физическая культура»; «Культура»; «Молодежная политика»; «ЖКХ»; «Транспорт»; «Безопасный город»; «Экология»; «Гражданская инициатива».

- «Инновации» - рост инновационной активности: создание технопарка, развитие прикладных наук, создание системы финансирования инновационной деятельности, создание условий для внедрения инноваций.

Высокая инвестиционная привлекательность является ключевым фактором развития городской среды, обеспечения высоких и устойчивых темпов экономического роста. Активная политика в округе привлечения инвестиций направлена на формирование центров социального и экономического роста. Усилия направлены на развитие современных сервисов для бизнеса, но и в целом сделать понятной, удобной и комфортной систему взаимодействия между властью и обществом.

Особая роль в повышении инвестиционной привлекательности старооскольской территории отводится двум направлениям.

Во-первых, это поддержка инвестиционных проектов, реализация которых направлена на замещение импортного сырья и продукции, в том числе и в аграрном секторе производства.

Во-вторых, поддержка инвестиционных проектов малого и среднего бизнеса в сфере промышленного и социального предпринимательства.

Для того чтобы экономика заработала в полную силу, необходимо кардинально улучшить деловой климат, обеспечить высокий уровень предпринимательской активности. С этой целью на территории округа создан индустриальный парк «Котел». В перспективе резиденты индустриального парка будут иметь возможность работать на промышленной площадке с готовой инженерной и транспортной инфраструктурой. Это проекты горно-металлургического, машиностроительного, агропромышленного комплексов.

«Сельское хозяйство» - создание условий для развития сельского хозяйства: финансовая поддержка фермерских хозяйств, создание центров по сбыту продукции, консалтинговые услуги, создание условий для появления новых фермерских хозяйств.

В 2017 году стартовала областная Программа «500/10000», в рамках которой осуществляется работа по организации предприятий в сельской местности. Такой

масштабный проект – это новые экономические и социальные перспективы для селян, малого бизнеса и стартапов. В результате реализации Программы «500/1000» реализовано 46 проектов с созданием 376 новых рабочих мест. Достижение высоких показателей качества жизни населения напрямую зависит от того, насколько эффективно функционирует сеть учреждений здравоохранения, образования, культуры, физической культуры и спорта, как развивается молодежная политика в округе, которые формируют социально-культурную составляющую территории.

- «Образование» - создание условий для инновационной направленности: повышение качества образования, создание современных объектов для осуществления образовательной деятельности, профессиональный рост кадров, применение новых технологий в обучении.

Развитие сферы образования требует обеспечения доступности качественных образовательных услуг для каждого жителя округа независимо от возраста с учетом шаговой доступности, особенно для детей в возрасте с 1,5 до 3 лет.

С этой целью в округе осуществляется:

– строительство детских садов с ясельными группами в районах индивидуальной застройки, школы в новой части города,

– капитальный ремонт зданий действующих школ, детских садов.

- «Здравоохранение» - осуществление качественных услуг в области здравоохранения: создание центров по профилактике заболеваний, повышение профессионализма врачей, пропаганда здорового образа жизни, обеспечение высокотехнологичной помощи.

Обеспечение приоритета доступности и качества медицинской помощи для широких слоев населения осуществляется в рамках реализации на муниципальном уровне областного проекта «Управление здоровьем», внедрения технологий бережливого производства в деятельность организаций здравоохранения, а также посредством:

– создания амбулаторно-поликлинических центров;

– строительства офисов семейного врача;

– капитального ремонта учреждений здравоохранения;

– приобретение медицинского оборудования для оснащения офисов семейных врачей, врачей-педиатров и клинико-диагностических центров.

– «Физическая культура» - создание условий для формирования здорового образа жизни населения: повышение квалификации работников спорта, строительство и ремонт спортивных объектов.

С целью обеспечения жителей комфортными и современными условиями для организации физкультурно-спортивной деятельности в округе произведен капитальный ремонт спортивного стадиона и спортивных школ.

Старый Оскол – один из лидеров в области по количеству жителей, систематически занимающихся спортом. Этому во многом способствует развитие спортивной инфраструктуры округа.

- «Культура» - создание условий развития всесторонне развитого гражданина, продвижение культурных ценностей, повышение квалификации работников строительство объектов культуры.

Развитие социально-досуговой сферы при условии сохранения объектов культурного наследия становится одним из локомотивов развития округа, фактором, повышающим его конкурентоспособность. Для этого в округе проводится:

- реставрация объектов культурного наследия;
- строительство Домов культуры;
- капитальный ремонт зданий учреждений культуры.

- «Молодежная политика» - создание условий для раскрытия потенциала молодежи: вовлечение молодежи в общественную жизнь, трудоустройство молодежи, привлечение и удержание молодежи на рабочих местах города, реализация проектов жилье для молодежи.

Развитие социально-культурной сферы обусловлено привлечением и закреплением молодого населения. Для достижения этой цели в округе планируется создание инновационно-творческого центра – универсальной современной высокотехнологичной площадки, позволяющей генерировать и создавать мультиотраслевые проекты.

- «ЖКХ» - создание условий для комфортного проживания в своих домах: повышение качества услуг в сфере ЖКХ, благоустройство дворов и дорог, снижение тарифов, ресурсо- и энергосбережение.

Доступность жилья – одна из наиболее сложных проблем абсолютно для всех городов. Селективная государственная жилищная политика в сочетании с уровнем развития рынка жилья не снимает с муниципалитетов ответственности за решение жилищных проблем, требует применения новых подходов к жилищному строительству и формированию качественного жилищного фонда.

В Старооскольском городском округе имеются свободные от застройки земельные участки для освоения под строительство жилых микрорайонов. При застройке микрорайонов применяется комплексный подход, включающий в себя не только строительство жилья, но и строительство всех инфраструктур: социальной, транспортной и инженерной. В округе расширяется строительство индивидуальных жилых домов.

Качество городской среды зависит от комфортности и безопасности жилищного фонда.

Для достижения данного показателя на территории осуществляется:



- капитальный ремонт многоквартирных домов;
- замена лифтов в многоквартирном жилищном фонде;
- капитальный ремонт дворовых территорий многоквартирных домов.

В ходе модернизации ландшафта придомовых территорий сделаны акценты на:

- проезды, парковки, основные и второстепенные транзитные пешеходные связи, площадки для отдыха, имеющие возрастную дифференциацию, спортивные площадки, малые архитектурные формы.

Особое внимание уделяется озеленению придомовых территорий с использованием вечнозеленых хвойных растений в композициях по ландшафтному обустройству, посадке саженцев фруктовых деревьев, высадке лекарственных многолетних трав и растений, а также системе освещения, включая подсветку малых архитектурных форм.

Для повышения качества жизни в округе продолжается газификация районов ИЖС, а также сельских территорий.

Для улучшения качества водоснабжения и водоотведения планируется:

- установить станции обезжелезивания воды на скважинах;
- построить модульные очистные сооружения в сельских территориях;
- осуществить реконструкцию городских очистных сооружений с применением новых технологий.

- «Транспорт» - создание качественной транспортной сети: повышение качества услуг в транспортной сфере, увеличение общественных маршрутов, благоустройство остановок.

Развитие округа немыслимо без надёжного транспортного обеспечения и качественных дорог. Поэтому особое значение для городской среды имеет совершенствование транспортной системы муниципалитета, обеспечивающая потребности в перемещении грузов и населения по территории.

Строительство новых дорог и тротуаров, увеличение межремонтных сроков для дорожных покрытий, создание парковочных машиномест, ремонт дорог в сельских территориях и улично-дорожной сети, восстановление мостов, создания велоинфраструктуры, развития системы уличной навигации является одним из приоритетов развития транспортной доступности округа.

- «Безопасность» - повышение уровня безопасности жителей: информационная доступность, улучшение криминальной обстановки, повысить уровень ответственности за правонарушения, формирование чувства защищенности у граждан.

Первоочередными задачами в данном направлении рассматриваются муниципалитетом:

- организация наружного освещения;

– установка систем видеонаблюдения в рамках реализации проекта «Безопасный город».

- «Экология» - повышение уровня экологической безопасности: мониторинг экологической обстановки, приоритет проектор по улучшению экологической безопасности, регламент экологической безопасности, экологическая направленность инновационных разработок.

Для обеспечения высоких стандартов качества жизни населения большое значение имеет экологическое состояние, которое включает всю систему «зеленых» территорий, водных объектов и открытых зон, а также ландшафт городского пространства.

Для обеспечения благоприятной экологической обстановки в городском округе планируются следующие мероприятия:

- проведение комплексной реконструкции объектов парковой культуры города;
- благоустройство общественных территорий, набережных и городских пляжей.

Одним из значимых направлений экологоориентированной деятельности является минимизация загрязнения окружающей среды. Для снижения техногенной нагрузки на окружающую среду совместно с администрацией Губкинского городского округа в рамках межмуниципального проекта «Организация сортировки и утилизации бытовых отходов на территории Белгородской области» реализуется инвестиционная программа по строительству единого комплекса объектов, используемых в сфере обращения отходов. Все твердые бытовые отходы, образованные на территории округа, вывозятся на указанный полигон для утилизации и захоронение.

Сохранение уникального «лица» города и городских ландшафтов планируется осуществить посредством комплекса решений.

При развитии городского пространства предусматривается озеленение территорий, которые будут неразрывно связывать существующие застройки и новые районы.

Формирование идентичности и разнообразие визуального облика города происходит за счет создания световой архитектурно-пространственной композиции с учетом исторической, территориальной и архитектурной особенности зданий в рамках городского пространства.

Улучшение экологической среды в округе осуществляется за счет «Импакт-инвестирования, или социального бизнеса, — это тренд новой экономики с новыми ценностями, нацеленность в завтрашний день. Бизнес, который заинтересован не только в прибыли, но и в создании важной нематериальной надстройки: социального капитала, человеческого, экологического - по определению совершает прорыв».

- «Гражданская инициатива» - развитие институтов самоуправления: повысить уровень гражданской ответственности, вовлечение граждан в управление, привить любовь к городу, повысить активность граждан.

Ключевой инструментом наполнения работы в этом направлении лежит внедрение и реализация в Старооскольском городском округе парадигмы governance-управления, краудсорсинг.

Данная парадигма муниципального управления ориентирована на внедрение сетевых форм участия, создание условий для самореализации личности, включение ресурсов автономных по отношению к власти структур, партнерские отношения между властью и институтами гражданского общества.

В контексте парадигмы governance-управления власть – открыта, граждане – инициативны, бизнес – социально ориентирован. Доверие и взаимопомощь между всеми участниками общественной солидаризации – индикатор выполнения этих условий. Одним из современных политико-технологических решений, позволяющих задействовать потенциал гражданского участия как в целом в муниципальном управлении, так и в реализации социальных проектов на местном уровне, является краудсорсинг.

Это социальное проектирование, то есть привлечение к решению тех или иных проблем широкого круга лиц. Именно вовлечённость людей в проблемы округа, гражданская активность, как и культурные, нравственные, духовные ценности, делают нас способными к достижению больших целей.

На территории Старооскольского городского округа сложилась достаточно успешная практика социального проектирования субъектами бизнеса. Системно реализуют социальное проектирование представители бизнес-сообщества.

Перемена мышления населения, муниципальной власти и субъектов бизнеса – предпосылка достижения высоких социальных стандартов.

Таким образом, развитие Старооскольского городского округа позиционируется властью как город-стратег. Реализация модели стратегического развития базируется на комбинации новых инструментов политики, объединении человеческого и социально-экономического капитала.

Усилиями всех акторов позитивных преобразований возможно достичь максимальной синергии программ и проектов. При этом, точкой роста являются потребности жителей округа. Стратегия, соответственно, играет роль линии роста. Все это позволяет сделать пространство территории, как заявлено в стратегической цели, территорией роста, устремленной в будущее.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приоритетные направления в управлении социально – экономическим развитием территории// Актуальные вопросы экономики и управления.- 2006.-№1(74).-С. 7-12.
2. Heritier P., Silvestri P. (eds.) Good government, Governance, Human complexity. LuigiEinaudi's legacy and contemporary societies. Firenze, 2012.
3. Хаудж. Краудсорсинг. Коллективныйразумкакинструментразвитиябизнеса / Crowdsourcing: Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business. М.: Альпина Паблшер, 2012. 288 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КАТЕГОРИИ НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

**Ровенских М.В.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный  
исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.  
marina40410@gmail.com*

***Аннотация.** В статье раскрыта сущность категории «надежность» применительно к производственной системе предприятия. Рассмотрены разные подходы к определению этой категории. Изучены основные составные элементы надежности производственной системы.*

**Ключевые слова:** производственная система; надежность; отказ; безотказная работа; работоспособность; теория надежности; сохранность; работоспособность; исправность; неисправность; ремонтпригодность.

## RESEARCH OF THE CATEGORY OF RELIABILITY OF THE PRODUCTION SYSTEM OF THE ENTERPRISE

**Rovenskih M.V.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of  
Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.  
marina40410@gmail.com*

***Annotation.** The article reveals the essence of the category "reliability" in relation to the production system of an enterprise. Various approaches to defining this category are considered. The main components of the reliability of the production system have been studied.*

**Keywords:** production system; reliability; renouncement; trouble-free work; working capacity; reliability theory; safety; working capacity; serviceability; malfunction; maintainability.

В настоящее время понятие «надежность» широко используется в различных науках для описания механизмов функционирования систем различной природы: технических, биологических, экономических, социальных, производственные. Эта категория стала

объектом исследования в биологии, психологии, медицине, философии, управлении, экономике. Для организаций актуальны вопросы поиска надежных поставщиков, посредников, инвесторов, финансовых организаций, найма надежного персонала (многие компании при отборе персонала проверяют его на полиграфе). Обеспечить получение надежной информации в современных условиях всеобщей цифровизации и диджитализации экономики становится все сложнее. Таким образом, понятие «надежности» может быть использовано в различных областях человеческой жизнедеятельности.

Между тем, первоначально о надежности заговорили в конце 19 века в связи с появлением первых сложных технических устройств. Стремление людей обеспечить безотказную работу таких устройств привело теории надежности, которая в своих расчетах опирается на теорию вероятностей и математическую статистику. Теория надежности, являясь научной дисциплиной, разрабатывает методологическую базу для проведения оценки надежности технической системы и обеспечения ее безотказной работы.

Осознание важности работы по обеспечению надежности технических систем на уровне правительства СССР, привело к формированию нормативной базы теории надежности – системы стандартов серии ГОСТов. В первую очередь, это ГОСТ 13377-67 «Надежность в технике. Термины» с последующими обновлениями и дополнениями - ГОСТ 13377-75 «Надежность техники. Термина и определения» и ГОСТ 27.002–83 «Надежность техники. Термины и определения». Определения надежности, которые сформулированы в ГОСТ, приведены на рисунке 1.

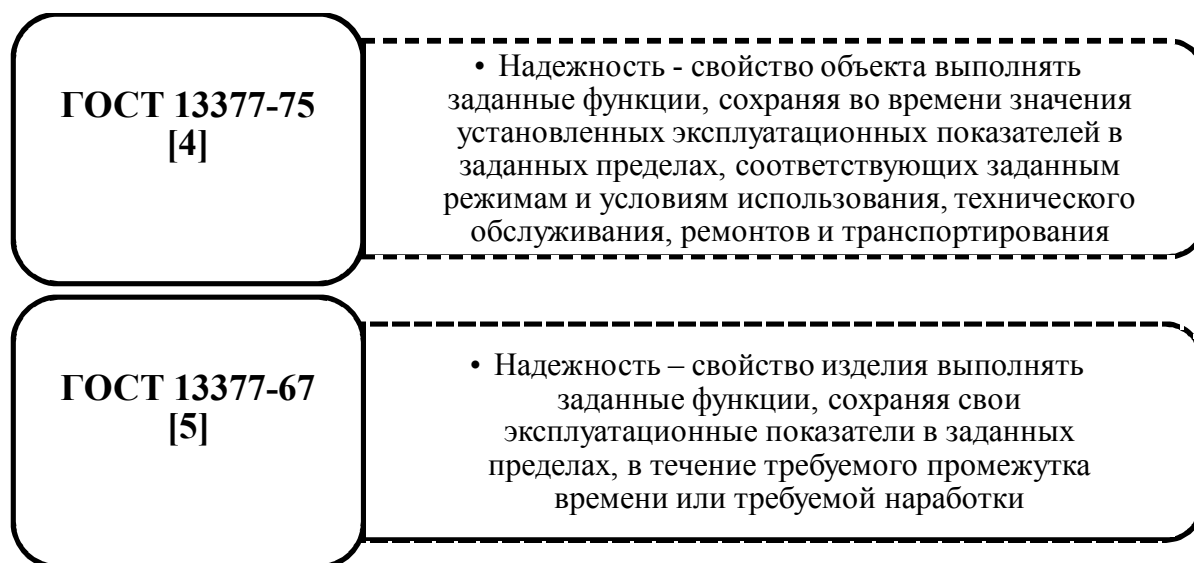


Рис. 1 – Определение понятия «надежность»

В приведенных определениях акцент делается на технический аспект категории надежности. Другие аспекты этого понятия начинают интересовать исследователей начиная с 1980-х годов. Появляются определения надежности системы в целом, надежности технической и производственной системы. Современные ученые-исследователи категории «надежность» отошли от классической трактовки (данной в ГОСТе), но основной смысл этого термина не изменился.

Анализ существующих определений показывает, что несмотря на различные подходы к раскрытию категории «надежность», чаще всего авторы говорят о:

безотказном функционировании системы,  
заданных параметрах функционирования;  
заданном периоде времени.

Систематизируя определения можно сказать, что надёжность системы – это ее свойство, позволяющее непрерывно работать в достигнутых и сохраненных параметрах функционирования с учетом возможных изменений факторов среды (внешней и внутренней).

Надежность производственной системы (ПС) может быть определена готовностью ПС, удовлетворять потребности владельцев предприятия, его персонала, населения в заданных при создании параметрах функционирования, при непрерывном воздействии факторов внешней и внутренней среды.

В теории надежности сложился терминологический аппарат, который первоначально разрабатывался для технических систем, но сейчас успешно адаптируется и для систем других видов, в том числе производственных (рис. 2).

Отказ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1) Событие, после появления которого выходные характеристики системы выходят за допустимые пределы; 2) полная или частичная утрата работоспособности системы</li> </ul>
Безотказность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Свойство системы сохранять работоспособность в течение заданного времени в определенных условиях ее эксплуатации</li> </ul>
Работоспособность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Состояние системы, при котором она в данный момент соответствует всем требованиям, установленным в отношении основных параметров</li> </ul>
Сохранность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Свойство элемента или системы находиться в исправленном состоянии в процессе хранения</li> </ul>
Исправность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Состояние системы, при котором она в данный момент соответствует всем требованиям, установленным в отношении как основных свойств, так и второстепенных параметров</li> </ul>
Неисправность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Состояние системы, при котором она в данный момент времени не соответствует хотя бы одному из требований, установленных в отношении как основных, так и второстепенных параметров</li> </ul>
Изнашивание системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Процесс постепенного изменения параметров системы, вызываемый действием механических, электрических, тепловых и других нагрузок, наличие которых определяется режимом работы</li> </ul>
Старение системы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Процесс постепенного и непрерывного изменения параметров системы, вызываемый действием старения материалов и другими процессами, наличие которых не зависит от режима работы</li> </ul>
Восстанавливаемость	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Свойство системы, определяющее возможность получения начальных или допустимых значений параметров системы в результате устранения неисправности</li> </ul>
Срок службы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Время от начала эксплуатации системы до ее технической непригодности</li> </ul>
Избыточность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Превышение параметров системы по сравнению с минимально необходимыми для заданной структуры, связанное с обеспечением заданной надежности</li> </ul>
Ремонтопригодность	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Свойство системы, заключающееся в приспособленности ее к обнаружению и устранению отказов и к их предупреждению</li> </ul>

Рис. 2 – Терминология теории надежности

Одним из наиболее важных терминов, связанных с надежностью, является отказ. В случае отказа системы или ее элементов нарушается ее работоспособность, система не может в полном объеме (или частично) выполнять свои функции. Через вероятность отказа системы оценивается вероятность надежного, безотказного функционирования системы:

$$F(t) = 1 - P(t) \quad (1)$$



где  $F(t)$  – надежность ПС (вероятность функционирования ПС без отказа);  $P(t)$  – вероятность отказа в ПС.

Не совсем корректным является использование термина «отказ» для характеристики ПС. ПС – сложная система, состоящая из элементов. Поэтому более вероятен отказ элементов системы (персонала, оборудования). Очевидно, что неуместно говорить об отказе всей ПС.

Если ПС надежна, то ее управляющие воздействия способны вернуть систему в работоспособное состояние. Многое в этом случае зависит от уровня отказа (рис. 3). Чем выше надёжность ПС, тем более вероятно, что она восстановит свою работоспособность даже в случае катастрофической ситуации.



Рис. 3 – Уровни категории «отказ»

Уровень надежности системы тесно связан с этапом жизненного цикла. По аналогии с техническими системами вероятность отказа выше, а уровень надежности ниже, чем старше система, сильнее изношены ее элементы. Также важны условия эксплуатации системы, режим работы.

Таким образом, надежность ПС – вероятностная категория, которая является обратной функцией категории «отказ». Вероятность безотказного функционирования и развития ПС может быть определена как надежность ПС. Надежное функционирование ПС обеспечивает возможность системы противостоять воздействиям факторов внешней и внутренней среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ СССР. Надежность в технике. Термины и определения. ГОСТ 13377-75.-М.: Издательство стандартов, 1975. Режим доступа: свободный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121542>
2. ГОСТ 13377-67 Надежность в технике (ССНТ). Термины//Режим доступа:

свободный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121542>

3. Анферов В.Н. Надежность технических систем : учебное пособие / В.Н. Анферов, С.И. Васильев, С.М. Кузнецов ; отв. ред. Б.Н. Смоляницкий. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 108 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493640>

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЬЮНКТУРНОЙ СИТУАЦИИ РЫНКА СТАЛИ

**Савон Д.Ю.**

НИТУ «МИСиС»

119991, г. Москва, Ленинский проспект, 4 tel.: +79152965001

di199@yandex.ru,

***Аннотация.** Чтобы охарактеризовать в кризисной ситуации мировые и отечественные рынки стали, необходимо иметь расширенную информацию о конкуренции на рынке, его насыщенности, ценовой политике, долях рынка и другие. Авторы статьи предлагают показатели, которые позволяют получить достаточно полную и достоверную характеристику рынка стали, которыми важно владеть руководству компании рыночной ситуацией, размере рынка, что позволит в дальнейшем определить свои позиции относительно конкурентов, определить объемы производства и инвестиции в новейшие технологии. Особое внимание уделено таким показателям, применяемым в мировой практике оценки степени монополизации рынка как индексу Херфиндаля-Хиримана, индексу концентрации, коэффициенту Тобина и другим.*

**Ключевые слова:** конъюнктура рынка стали; экономические показатели уровня концентрации; черная металлургия.

## ECONOMIC INDICATORS OF THE STEEL MARKET SITUATION

**Savon D.Y.**

NUST «MISiS»,

119049, Moscow, Leninsky Prospect, 4, tel.: +79152965001

di199@yandex.ru,

***Annotation.** In order to characterize the global and domestic steel markets in a crisis situation, it is necessary to have extensive information about the competition in the market, its saturation, pricing policy, market shares, and others. The authors of the article propose indicators that allow you to get a fairly complete and reliable description of the steel market, which is important for the management of the company to own the market situation, the size of the market, which will further determine their positions relative to competitors, determine the volume of production and investment in the latest technologies. Particular attention is paid to such indicators*

*used in the world practice of assessing the degree of market monopolization as the Herfindahl-Hirschman index, concentration index, Tobin coefficient and others.*

**Keywords:** conjuncture market assessment; economic indicators of concentration level; export volume; ferrous metallurgy.

### **Введение.**

Государственное видение развития черной металлургии отражено в «Стратегии развития черной металлургии России на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2030 года». Не смотря на действующие меры ограничения и санкции, стальной экспорт России в 2019 году занимает 5-ое место на мировом рынке стали, после Китая, Индии, Японии и США [1-4].

В основном при анализе рынка стали используются известные показатели, такие как: емкость рынка, доля рынка, загрузка мощностей, доля экспорта и импорта, структура и цены экспорта стали, темпы роста спроса и предложения и другие, но не применяются экономические показатели, которые наиболее точно позволяют оценить степень концентрации как отечественного, так и мирового рынка стали. В таких условиях задача оценить уровень концентрации рынка стали приобретает актуальность и значимость.

### **Анализ рынка стали российских компаний.**

Оценить рынок стальной продукции можно с помощью нескольких показателей, таких как:

1. Индекс Херфиндаля-Хиршмана.
2. Пороговая доля рынка.
3. Индекс концентрации.
4. Коэффициент Тобина.

Индекс Херфиндаля-Хиршмана - показатель, использующийся для оценки степени монополизации отраслевого рынка. Определяется как сумма квадратов долей продаж каждой фирмы отрасли, действующих на рынке:

$$HHI = S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2, \quad (1)$$

где,  $S_n$ - доля n-го предприятия на рынке или удельный вес (в процентах) продаж фирм в отрасли, определяемый как отношение объёма продаж фирмы к объёму всех продаж на отраслевом рынке. Рыночные доли могут быть рассчитаны в процентах, тогда значения будут от 0 до 10000 или в коэффициентах – от 0 до 1.

Данный индекс был разработан в США для определения сложившейся тенденции на монопольном рынке. В основе расчета лежит удельный вес продукции компании на отраслевом рынке. Чем больше удельный вес компании, тем увеличивается её влияние на объем выпуска и цены.

Индекс Херфиндаля-Хиршмана чутко реагирует на рыночную долю каждой фирмы в отрасли, действующих на рынке.

В зависимости от значения данного индекса представлена классификация рынков:

1. Высококонцентрированные рынки:  $0,18 < \text{HHI} < 1$  (новой фирме трудно войти на рынок).

2. Умеренно-концентрированные рынки:  $0,10 < \text{HHI} < 0,18$ .

3. Низкоконцентрированные рынки:  $\text{HHI} < 0,10$  (новой фирме легко войти на рынок).

Рассчитаем индекс Херфиндаля-Хиршмана для рынка стали в России, чтобы определить степень монополизации данной отрасли, для этого воспользуемся данными рисунка 1.

$$\text{HHI} = 0,21^2 + 0,18^2 + 0,17^2 + 0,11^2 + 0,1^2 + 0,08^2 + 0,15^2 = 0,1564$$

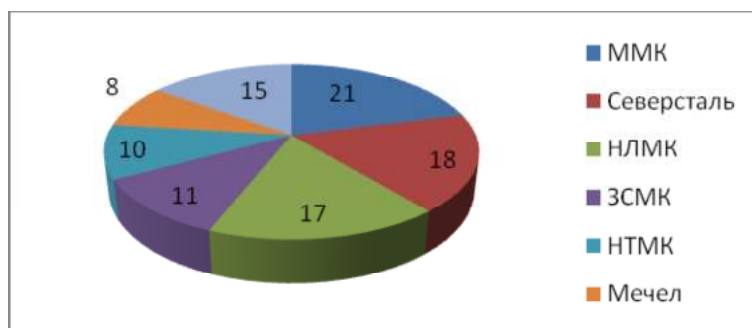


Рис. 1 – Доля металлургических предприятий России на рынке стали, % [5].

Из данной классификации индекса Херфиндаля-Хиршмана следует, что значение рассчитанного индекса по отечественному рынку стали соответствует категории умеренно-концентрированных рынков.

Для оценки рынка стали можно использовать коэффициент концентрации, который позволяет не только сопоставить по уровню концентрации рынки или различные отрасли, но и проанализировать динамику концентрации, определить, за счет долей каких предприятий (крупных, средних или мелких) наметилась перегруппировка сил на рынке [6-9].

В соответствии с Федеральным законом от 26 июля 2006г. №135-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «О защите конкуренции» (с изм. и доп., в силу с 08.01.2019), доля предприятия на рынке более 50%, то предприятие является монополистом и занимает доминирующее положение на рынке.

Этот показатель является обязательным для статистического мониторинга состояния рынка в большинстве промышленно развитых стран мира, причем в разных странах рассчитываются доли разного числа предприятий. В российской практике используются индексы концентрации CR-3, CR-4, CR-5, 8, 10 и т.д. Они характеризуют долю нескольких

крупнейших фирм в общем объеме рынка в % [10, 11].

$$CR-3 = \sum_{i=1}^3 d_i (2)$$

Если индекс концентрации приближается к 100%, то рынок характеризуется высокой степенью монополизации. Если он приближается к нулю, то рынок можно рассматривать как конкурентный. Если  $CR-3 < 45\%$ , то рынок в отрасли низко концентрированный или неконцентрированный. Если  $45\% < CR-3 < 70\%$ , то рынок в отрасли умеренно-концентрированный. Если  $CR-3 > 70\%$  (до 100%), то в отрасли наблюдается высокая степень концентрации, следовательно, слабая конкурентная среда.

Сложившаяся тенденция положительна для развития отечественных предприятий в отрасли, так как крупнейшие, ведущие организации значительно опережают своих конкурентов по многим экономическим показателям, а именно по производительности труда, объему отгруженного товара и темпам прироста. В результате сотрудничества, объединения с другими предприятиями показатели конкурентоспособности отдельных организаций существенно повышаются как на внутреннем, так и на внешнем рынке.

Недостаток показателя CR-3 состоит в том, что он нечувствителен к изменению структуры рынка, поэтому при анализе рынка используются и другие показатели, в частности индекс относительного измерения концентрации, коэффициент Тобина.

При помощи индекса относительного измерения концентрации можно произвести анализ пропорциональности рынка, рассчитывая соотношение между различными его элементами в %. Так, доля рынка по данным компаний НЛМК, ММК, Северсталь главных конкурентов, составляет 60% (21% : 35%). Чем меньше число предприятий, действующих на данном рынке, тем выше уровень концентрации рынка стали.

Коэффициент Тобина связывает рыночную стоимость фирмы (измеряемой рыночной ценой ее акций) с восстановительной стоимостью ее активов:

$$q = \frac{P}{C} (3)$$

P- рыночная стоимость активов фирмы (обычно определяется по курсу акций),

C - восстановительная стоимость активов фирмы, равная сумме расходов, необходимых для приобретения активов фирмы по текущим ценам.

Использование коэффициента Тобина в качестве информации о положении фирмы базируется на гипотезе эффективного финансового рынка. К преимуществам использования этого показателя относится то, что он позволяет избежать проблемы оценки нормы доходности и предельных издержек для отрасли.

Многочисленные исследования установили, что коэффициент q в среднем довольно

устойчив во времени, а фирмы с высоким его значением обычно обладают уникальными факторами производства или выпускают уникальные товары, то есть для этих фирм характерно наличие монопольной ренты. Фирмы с небольшими значениями  $q$  действуют в конкурентных или регулируемых отраслях.

Хотя Россия является одним из крупнейших поставщиков металлопроката на мировом рынке, однако по ряду позиций импортные поставки еще велики. На международных рынках котируются простейшие виды металлопродукции из России, а на продукцию с высокой степенью добавленной стоимости вводятся ограничения. Российские металлургические компании совершенствуют технологию по глубине переработки металлопродукции и расширяют сортамент выпускаемой продукции с добавленной стоимостью. Поэтапный подход к переработке металлопродукции позволяет получать высококачественную сталь с широким диапазоном использования.

### **Заключение.**

1. В связи с тем, что нельзя судить о рынке лишь по какому-нибудь одному показателю, то их необходимо учитывать в комплексе, оценивать систематически, так как объем рынка изменяется во времени и его размеры зависят от многих факторов.

2. Отечественный рынок стали характеризуется как умеренно-концентрированный. Индекс Херфиндаля-Хиршмана и коэффициент концентрации показали, какая доля рынка приходится на заданное количество самых крупных игроков. Уровень концентрации влияет на поведение предприятий на рынке: чем выше уровень концентрации, тем в большей степени предприятия зависят друг от друга и будут сотрудничать между собой. Эти показатели можно использовать для прогнозирования монополистического поведения фирм в отрасли.

3. Анализ мирового рынка стали высоко-конкурентный, поэтому производственная стратегия российских металлургических компаний должна быть направлена на увеличение производства высокотехнологичной продукции с высокой добавленной стоимостью.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. <https://www.metalbulletin.ru/news/metaltorg/10137330/>. Дата обращения 5 декабря 2020г.
2. Буторина И.В., Буторина М.В. Проблемы внедрения наилучших доступных технологий в черной металлургии РФ // Черные металлы. 2019. № 1. С. 43-48.
3. Самарина В.П. Внешнеэкономическая деятельность России на рынке черных металлов // Экономика в промышленности. 2012. № 2. С. 9-13.
4. Samarina V., Skufina T., Samarin A., Baranov S. Some system problems of Russian

mining enterprises of ferrous metallurgy // *International Review of Management and Marketing*. 2016. Т. 6. № S1. С. 90-94.

5. [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/productivity/metallurgiya-2019.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/productivity/metallurgiya-2019.html). Дата обращения 5 декабря 2020г.

6. Институт «Центр развития» НИУ «Высшая школа экономики». Комментарии о государстве и бизнесе. 2019, 18 февраля. - № 190. <http://www.dcenter.ru>.

7. Самарина В.П. Черная металлургия России: экономические, экологические и информационно-коммуникационные проблемы развития // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения - 2016. 2016. С. 528-532.

8. Самарина В.П. Оценка факторов влияния на инновационную деятельность металлургического предприятия // *EuropeanSocialScienceJournal*. 2013. № 10-2 (37). С. 405-412.

9. Porfiriyev B.N., Tulupov A.S. Environmental Hazard Assessment and Forecast of Economic Damage from Industrial Accidents // *Studies on Russian Economic Development*, 2017. №6. pp. 600-607.

10. Jonson J. Hazardous waste incineration delayed by EPA for more than a year // *Environ. Sci. and Technol*. 2017. Vol. 31. № 43. pp. 4.

11. Shinkevich A.I., Kudryavtseva S.S., Rajskaaya M.V., Zimina I.V., Dyrdonova A.N., Misbakhova C.A. Integral technique for analyzing of national innovation systems development // *Espacios*. 2018. Т. 39. № 22. С.6.



ГРНТИ 06.61.23

УДК 332.1

## ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КЛАСТЕРА

**Самарина В.П.**

*Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»  
309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.*

***Аннотация.** Автором выделены и проанализированы производственно-экономический; социальный; финансовый; экологический и интеграционный аспекты деятельности горнодобывающего кластера, сформировавшегося на территории Белгородской области на базе месторождений железорудного бассейна Курской магнитной аномалии.*

**Ключевые слова:** горнодобывающий кластер; горно-обогатительный комбинат; Курская магнитная аномалия; моногород; социально-экономическое развитие.

## MAIN ASPECTS OF THE BELGOROD MINING CLUSTER

**Samarina V.P.**

*Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"  
309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.*

***Annotation.** The author highlighted and analyzed the production and economic; social; financial; ecological and integration aspects of the mining cluster, formed on the territory of the Belgorod region on the basis of the deposits of the iron ore basin of the Kursk magnetic anomaly.*

**Keywords:** mining cluster; mining and processing plant; Kursk Magnetic Anomaly; single-industry town; socio-economic development.

Территориальное развитие в современных условиях обеспечивается функционированием крупных производственных кластеров. Ведущее место среди таких кластеров занимают горнодобывающие, локализованные на определенной территории и включающие в свой состав добывающие и обогатительные предприятия. Горнодобывающие кластеры взаимосвязаны практически со всеми другими основными отраслями экономики,

начиная от отраслей тяжелой промышленности (горное дело и химическое производство) и заканчивая отраслями социальной инфраструктуры, функционально обеспечивающими жизнедеятельность населения. Таким образом, горнодобывающие кластеры черной металлургии обеспечивают устойчивое функционирование предприятиям многих других отраслей народного хозяйства [5; 8; 9]. От их деятельности во многом зависит создание и поддержание производственных функциональных цепочек между предприятиями различных отраслей, наполнение потребительского рынка территорий присутствия.

Неразрывное единство экономики, социальной сферы и окружающей природной среды предопределяет развитие исследований Белгородской в области, на территории которой расположен один из крупнейших горнодобывающих кластеров России [10].

Объектом нашего исследования является Белгородский горнодобывающий кластер, сформировавшийся на территории Белгородской области на базе месторождений железорудного бассейна Курской магнитной аномалии. Территория кластера занимает площадь около 1,7 тыс. км<sup>2</sup>.

Основу горнодобывающего кластера составляет комплекс предприятий, специализирующихся на добыче и обогащении железной руды:

– АО «Лебединский горно-обогатительный комбинат», входит в корпорацию «Металлоинвест» – расположен в Белгородской области вблизи города Губкин с населением 86 229 чел. (на 2020); первую руду дал в 1967 году; добыча руды осуществляется открытым способом; продукцией является железная руда, железорудные окатыши, а также борячебрекетированное железо – наиболее высококачественный железорудный продукт; добыча железной руды в 2019 году составила 50 млн. тонн; численность работников 6413 человек;

– АО «Комбинат КМАруда», входит в Промышленно-металлургический холдинг – также расположен вблизи города Губкин, Белгородская область; был открыт в 1953 году; добыча руды осуществляется через систему шахт; продукцией является железорудный концентрат; добыча железной руды в 2019 году 4,8 млн. тонн; численность работников 2380 человек;

– АО «Стойленский горно-обогатительный комбинат» входит в Группу «НЛМК» – расположен Белгородской области вблизи города Старый Оскол с населением 223921 чел. (на 2020); действует с 1961года; добыча руды осуществляется открытым способом; продукцией является железная руда; железорудный концентрат; железорудные окатыши; добыча железной руды в 2019 году составила 36,8 млн. тонн; численность работников 7540 человек;

– АО «Яковлевский ГОК», с 2019 года потерял статус юридического лица и поглощен компанией «Северсталь» – расположен в Белгородской области вблизи поселка Яковлево с населением 2656 чел. (на 2020); добыча руды осуществляется шахтным, закрытым способом; продукцией является железная и агломерационная руда; добыча железной руды в 2019 году составила 1,2 млн. тонн; численность работников 1528 человек.

Белгородский горнодобывающий кластер вносит существенный вклад в экономику страны. Кластер поставляет 34% от общего производства железной руды, 33% железорудных окатышей и 100% горячебрикетированного железа. Железорудная продукция используется АО «Оскольский электрометаллургический комбинат» – сталелитейным предприятием, расположенным на территории кластера, а также другими российскими металлургическими предприятиями [6]. Значительная доля металлопродукции экспортируется в страны ближнего и дальнего зарубежья.

Нами выявлены и представлены на рисунке основные аспекты деятельности Белгородского горнодобывающего кластера.



Рис. 1 – Основные аспекты деятельности Белгородского горнодобывающего кластера

Мы выделили:

1. Производственно-экономический аспект, поскольку горнодобывающая деятельность и сталеплавильное производство, во-первых, формирует территориальную отраслевую специализацию, а во вторых – являются индикаторами развития промышленности определенной территории.

2. Социальный аспект, поскольку горнодобывающие и сталеплавильные предприятия, во-первых, в своем большинстве выполняют градообразующие функции, а во вторых – обеспечивают своим работникам и их семьям определенное качество жизни.

3. Финансовый аспект, поскольку предприятия горнодобывающего кластера, во-первых, создают высокую покупательную возможность своих работников, способствуя движению денежных средств в регионе, а во вторых – платят высокие налоги, обеспечивая тем самым финансовую безопасность на самых различных уровнях: от муниципального до федерального.

4. Экологический аспект, поскольку деятельность предприятий горнодобывающего кластера сопровождается комплексным негативным воздействием на окружающую среду.

5. Интеграционный аспект, поскольку предприятия горнодобывающего кластера, во-первых, входят в технологическое ядро, составляющее основу развития региональной промышленности и экономики, а во вторых – являются интегратором, адаптирующим импортные технологии и приемы управления к российским условиям.

Среди всех выделенных аспектов остановимся только на одном – социальном. Значимость этого аспекта объясняется тем, что практически все предприятия горнодобывающего кластера являются градообразующими. Исследования показывают, что на самих градообразующих предприятиях трудится не более 5-10% населения [3]. Однако именно предприятия горнодобывающего кластера формируют отраслевую специализацию территории.

На территории Белгородского горнодобывающего кластера город Губкин (население на 2020 год 86229 человек) и поселок Яковлево (население 1528 человек) являются монопрофильными. Социально-экономическое развитие этих населенных пунктов напрямую зависит от градообразующих предприятий. Они обеспечивают практически все аспекты жизнедеятельности: предоставляют работу, способствуют созданию инфраструктуры, определяют направления подготовки специалистов в ВУЗах, обеспечивают наполняемость бюджетов и многое другое. Такие поселения недаром во всем мире зовутся «поселениями компаний» [2].

Что еще важно для градообразующих предприятий Белгородского горнодобывающего

кластера – обеспечение качественной, экологически безопасной среды жизнедеятельности населения. Добыча железной руды неизбежно оказывает комплексное негативное воздействия на окружающую природную среду. Оно заключается в том, что одновременно загрязняются все элементы природной среды – от атмосферы до подземных вод. На это обращали внимание многие российские ученые [1; 4; 5; 9]. В своих исследованиях мы также довольно подробно изучали этот вопрос [7; 11; 12]. Проблема эта трудно устранима, поскольку связана с технологическими особенностями производства. Негативное воздействие на объекты природной среды заложено уже в самом характере производственной деятельности горнодобывающего кластера, основанной на добыче, перевозке, обогащении железной руды.

Таким образом, производственно-экономический; социальный; финансовый; экологический и интеграционный аспекты деятельности Белгородского горнодобывающего кластера оказывают существенное влияние на территориальное развитие. Особенно сильное влияние предприятия Белгородского горнодобывающего кластера оказывают на жизнедеятельность монопрофильных населенных пунктов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимов В.И., Мясков А.В., Петров И.В., Савон Д.Ю., Стоянова И.А., Умнов В.А. Производство и охрана окружающей среды: экологический, экономический и правовой аспект. Москва, 2011.
2. Корчак Е.А. Стратегические цели и направления муниципальной социальной политики в монопрофильных муниципальных образованиях севера и Арктики Российской Федерации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2012. Т. 8. № 47 (188). С. 53-56.
3. Крюков В.А., Крюков Я.В., Кузнецов С.В., Межевич Н.М., Воронина Е.П., Ларченко Л.В., Ускова Т.В., Кожевников С.А. и др. Экономика современной Арктики: в основе успешности эффективное взаимодействие и управление интегральными рисками Апатиты, 2020.
4. Мекуш Г.Е. Экологическая политика и устойчивое развитие: анализ и методические подходы: монография. Москва, 2011.
5. Савон Д.Ю. Методологические подходы к решению проблем устойчивого развития региона // Экологический вестник России. 2014. № 1. С. 36-40.
6. Самарина В.П. Горнодобывающая промышленность России на мировом рынке: современные тенденции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2017. № 3. С. 209-216..

7. 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.
8. Татаркин А.И., Муфтиев Г.Г., Царев И.В., Утяшев В.И., Юрганова Л.А. и др. Стратегические приоритеты экономики региона. Российская академия наук, Уральское отделение, Институт экономики. Екатеринбург, 2008.
9. Терешина М.В. Формирование механизма устойчивого развития региона: экономические и институциональные условия //автореферат дис. ... доктора экономических наук / Рос. эконом. акад. им. Г.В. Плеханова. Москва, 2009
10. Ченцова Е.П., Тимофеева Е.М., Новикова О.А. К вопросу о потенциале инновационного развития предприятий Белгородской области // Образование, наука, производство и управление (см. в книгах). 2011. Т. II. С. 202-207
11. Samarina V.P. Assessment of the impact of economic activity on the degree of overland flow contamination in the zone of the Kursk-Belgorod Magnetic Anomaly: case study of the Oskol River // Water Resources. 2007. Т. 34. № 5. С. 549-553.
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.

**ПУТИ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ТОРГСЕРВИС»)**

**Скрипай А.А., Шикунова Е.К.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол  
skripay1999@mail.ru, shiku-liz@yandex.ru*

***Аннотация.** В статье рассматривается понятие себестоимости деятельности предприятия, а также исследуются основные пути по ее снижению.*

**Ключевые слова:** себестоимость; материальные затраты; резервы.

**WAYS TO REDUCE THE COST OF PRODUCTION IN MODERN CONDITIONS OF THE  
ENTERPRISE (ON THE EXAMPLE OF LLC «TORGSERVIS»)**

**Skripay A.A., Shikunova E.K.**

*Stary Oskol branch of Belgorod state national research University, Russia, Stary Oskol*

***Annotation.** The article discusses the concept of the cost of an enterprise's activities, and also examines the main ways to reduce it.*

**Keywords:** cost; material costs; reserves.

Одним из важных показателей, характеризующих деятельность предприятия, является себестоимость продукции. И не важно, оказывает ли организация услугу, производит ли продукцию или выполняет работы, она всегда будет сталкиваться с себестоимостью.

Себестоимость продукции - все затраты (издержки) предприятия на производство и реализацию продукции, выраженные в денежной форме. Себестоимость всегда будет являться важным показателем в деятельности предприятия, так как возможный объём продаж и величина наценки напрямую зависит от нее[2].

ООО «Торгсервис» занимает определенный сегмент на рынке обслуживания бытовой и офисной техники, который включает в себя услуги по ремонту бытовых электрических изделий, монтажу, ремонту и техническому обслуживанию промышленного, холодильного оборудования, офисных машин и вычислительной техники [4].

Ввиду простоты начинания и невысоких затрат на рынке существует большое количество фирм, которые уже имеют наработанную клиентскую базу. Поэтому самой

большой проблемой для данного вида бизнеса является высокий уровень конкуренции. Конкурентное преимущество всегда будет у тех производителей, чья себестоимость выпуска продукции оказывается ниже чем у конкурентов. Чем дешевле процесс производства, тем больше прибыли может получить предприятие. И наоборот, компании с наиболее высокой себестоимостью производства продукции, будет намного сложнее реализовать продукцию, так как с небольшой наценкой не получится получать такие доходы, которые смогли бы покрыть все затраты.

Каждое предприятие имеет свою структуру себестоимости. Она зависит от технологии производства, от вида объекта, подлежащего ремонту, от наличия необходимого оборудования и от многих других факторов.

Для организаций, оказывающих услуги, таких как ООО «Торгсервис» удельный вес материальных расходов в составе себестоимости зависит от вида оказываемых услуг [1]. Для услуг по ремонту бытовой техники материальные расходы в составе себестоимости могут иметь значительные показатели. Себестоимость услуги представляет собой стоимостную оценку используемых при ее оказании сырья, материалов, топлива, энергии, основных средств, трудовых ресурсов, а также других затрат, необходимых для оказания работ, услуг и производства продукции.

Руководство любого предприятия, в том числе и ООО «Торгсервис» задумывается о том, как снизить себестоимость продукции и получить наибольшую прибыль с целью увеличения своей рентабельности. В связи с этим оно обязано грамотно планировать себестоимость продукции, анализировать достигнутые результаты и проводить постоянную системную работу по поиску и реализации резервов ее снижения. Большую долю себестоимости ремонта бытовой техники составляют затраты на запасные части и материалы. Для оперативного обслуживания клиентов предприятие располагает набором наиболее востребованных запасных деталей, для этого часть прибыли вкладывается в закупку запчастей, комплектующих, сформирован собственный склад [3]. В связи с этимодно из главных направлений снижения себестоимости ремонта – снижение затрат на запасные части за счет расширения их восстановления, так как стоимость восстановленной детали составляет 35-55% стоимости такой же новой.

В себестоимости работ более половины затрат связано с материальными ресурсами, поэтому уменьшение их расхода только на 1% позволяет снизить себестоимость работ ежегодно более чем на 0,5%.

При приобретении сырья и материалов нужно всесторонне оценивать качество и цену сырья, условия поставок, тщательно подходить к выбору поставщика. Расходы на закупку сырья и материалов уменьшают по 2-м направлениям:



- снижают среднюю цену закупки сырья и материалов у поставщиков;
- минимизируют транспортные расходы по доставке приобретенных у поставщиков сырья и материалов.

ООО «Торгсервис» имеет партнерское сотрудничество с несколькими поставщиками деталей и запасных частей для ремонтируемого оборудования. Это необходимо, чтобы ускорить срок ремонта техники и избежать возможных перебоев с поставкой запчастей [3]. От быстроты поставки необходимой детали зависит и срок выполнения ремонта. Предоставив скидку на закупку своих товаров поставщикам, есть возможность наладить с ними коммерческие связи и покупать материалы и комплектующие по более низкой цене или большими партиями. Также, следует выбирать тех поставщиков, предложивших наиболее выгодные условия поставок: бесплатную доставку или бесплатный ремонт по гарантии.

Для снижения материальных затрат актуальны и проводимые на предприятии мероприятия по снижению расхода топливно-энергетических ресурсов. Для осуществления хозяйственной деятельности, предприятию необходимы ресурсы, которыми снабжают поставщики следующих организаций:

- АО «Белгородская сбытовая компания» – электрическая энергия;
- ГУП «Белводоканал» – водоснабжение и водоотведение;
- ООО «ТК Экотранс» – вывоз, переработка, утилизация и захоронение мусора;
- ООО «Губкинская тепловая компания» – теплоснабжение.

Большие резервы снижения себестоимости продукции заключаются в уменьшении затрат на энергоресурсы (электроэнергия, водоснабжение и тепловая энергия). Важно использовать ресурсосберегающие технологии. Это позволяет значительно снизить расход энергоресурсов за счет уменьшения непроизводительных потерь. Снижение потребления электроэнергии даже на несколько процентов дает существенную экономию. Внедрение на предприятии энергоэффективных осветительных устройств и энергосберегающих ламп с более эффективной светоотдачей является важным направлением работ по энергосбережению. На предприятии также проводятся мероприятия по устранению потерь от брака [1]. Для этого организован более строгий контроль за качеством закупаемого сырья и материалов, ремонтом товаров на всех этапах работы, ведется работа по повышению квалификации персонала. Все проводимые на предприятии мероприятия по снижению затрат на производство продукции положительно сказываются на его деятельности. Контролировать себестоимость и управлять ее величиной необходимо постоянно. Организации, которые не уделяют достаточного внимания снижению себестоимости своей продукции, со временем всегда понижают свою конкурентоспособность.

Таким образом, себестоимость выпускаемой продукции является основным

экономическим показателем, отражающим степень использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов, технический уровень производства, качество продукции и характеризующим производственную и финансово-хозяйственную деятельность предприятия [4]. Для повышения эффективности деятельности предприятия, сохранения конкурентоспособности продукции необходимо проводить мероприятия по снижению затрат на предприятии, выявлять возможные резервы уменьшения себестоимости продукции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузина, А.Ф. Современный подход к совершенствованию учета и управлению затратами экономического субъекта [Текст] / А.Ф. Кузина, Е.А. Павленко // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2018. – № 6-7. С. 198-200.
2. Миронова, Ю.Ю. Экономическая сущность себестоимости продукции и пути ее снижения: учебное пособие [Текст]: / Ю.Ю. Миронова. – М.: Юрайт, 2016. – 420 с.
3. Рофе, А.И. Экономика труда [Текст]: учебное пособие / А. И.Рофе. – М.: КноРус, 2018. – 400 с.
4. Трубочкина, М.И. Управление затратами предприятия [Текст]: учебное пособие / М.И.Трубочкина. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 317 с.

## ОРГАНИЗАЦИЯ АУДИТА РАСЧЕТОВ С БЮДЖЕТОМ ПО НАЛОГАМ И СБОРАМ

**Удовикова А.А., Скрипай А.А.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол*

***Аннотация.** С развитием рыночных отношений правильность и своевременность исчисления и уплаты налогов является основой функционирования любого хозяйствующего субъекта. Именно аудит учета расчетов с бюджетом по налогам дает возможность не только избежать налоговых рисков и штрафов, но и предотвратить банкротство организации. В статье представлена нормативная правовая база при проведении аудита расчетов с бюджетом по налогам и сборам, рассмотрены механизм расчета аудиторского риска и уровня существенности.*

**Ключевые слова:** аудит; аудиторская деятельность; расчеты с бюджетом; налоговая политика; аудиторский риск; уровень существенности.

## ORGANIZATION OF AUDIT OF CALCULATIONS WITH THE BUDGET FOR TAXES AND FEES

**Udovikova A.A., Skripay A.A.**

*Stary Oskol branch of Belgorod state national research University, Russia, Stary Oskol*

***Annotation.** With the development of market relations, the correctness and timeliness of calculating and paying taxes is the basis for the functioning of any business entity. It is the audit of accounting for payments to the budget for taxes that makes it possible not only to avoid tax risks and penalties, but also to prevent the bankruptcy of the organization. The article presents the regulatory framework for conducting an audit of calculations with the budget for taxes and fees, the mechanism for calculating audit risk and the level of materiality is considered.*

**Keywords:** audit; audit activity; budget calculations; tax policy; audit risk; materiality level.

Для того чтобы такие хозяйствующие субъекты как организации и предприятия, могли нормально вести свою деятельность в современных условиях, им необходимо законно соблюдать налоговую политику той страны, в которой они находятся [5; 6]. А это значит, уплачивать все государственные налоги, тем самым выполняя свои обязанности, в соответствии Конституции РФ [1]. Опираясь на аналитические данные ФНС, расчеты с

бюджетом представляют такую часть финансовых операций организации, без которых невозможно выполнение обязательств перед государством. Именно поэтому необходимо правильно определять налоговые базы и суммы налогов, которые должны быть исчислены и уплачены в бюджет».

Ведущим нормативно-правовым актом регулирующим аудиторскую деятельность выступает Федеральный закон от 30 декабря 2008 г. № 307-ФЗ «Об аудиторской деятельности» [2]. В соответствии с пунктом 3 данного федерального закона аудит представляет собой независимую проверку финансовой отчетности предприятия, которую проводит физическое лицо, имеющее квалификационный аттестат аудитора, именуемый как аудитор.

Таким образом, в узком смысле, аудит представляет собой проверку какого-то отдельного вида деятельности организации, которая даст возможность проверить документы на достоверность и правильность их заполнения, по итогам такой проверки аудитор составляет аудиторское заключение, в котором представлены результаты исследования [4]. В широком смысле аудит – это объективная проверка экономической деятельности организации, а также ее документации для проверки соответствия с нормативно – правовыми актами. В свою очередь, аудиторская деятельность или аудиторские услуги – деятельность, заключающаяся в проведении аудита [7].

При проведении аудита расчетов с бюджетом по налогам и сборам, согласно МСА 200 «Основные цели независимого аудитора и проведение аудита в соответствии с международными стандартами аудита», целью такой деятельности будет являться выражение личного мнения аудитора о достоверности бухгалтерской отчетности проверяемой им организации и повышение уверенности заказчика в финансовой отчетности своей организации.

В соответствии с МСА 230 «Аудиторская документация», проводя аудиторскую проверку, аудитор обязательно должен отразить стратегию аудита, план аудита и все изменения, сделанные им в течение данного аудита [3].

К главной задаче аудита расчетов с бюджетом по налогам и сборам относят проверку правильности оформления документов и своевременности уплаты налогов в бюджет. Классификация аудита в зависимости от различных признаков представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация аудита в зависимости от различных признаков

Классификационный признак	Классификация
По отношению к аудируемой организации	– внешний
	– внутренний
По решаемым задачам	– управленческий (производственный)
	– аудит хозяйственной деятельности
	– аудит на соответствие требованиям
	– аудит финансовой отчетности
	– специальный аудит
По времени осуществления	– первоначальный
	– согласованный
	– оперативный
По характеру проверки	– подтверждающий
	– системно-ориентированный
	– аудит, базирующийся на риске
По обязательности проведения	– обязательная аудиторская проверка
	– инициативный аудит

До проведения аудита аудитор сначала определяет приемлемый аудиторский риск, затем рассчитывает уровень существенности.

Аудиторский риск помогает определить вероятность наступления следующих ситуаций после проведения аудиторской проверки: бухгалтерская отчетность, признанная достоверной, содержит существенные ошибки; бухгалтерская отчетность, не признанная достоверной, ошибок не содержит. Компоненты аудиторского риска: внутрихозяйственный риск, риск средств контроля, риск необнаружения. Аудиторский риск вероятен, когда одновременно происходят три события: в финансовой отчетности присутствуют существенные ошибки, но ни система контроля, ни аудиторская организация их не обнаружили [4].

Определить вероятность такого события можно с помощью следующей формулы (1):

$$P_a = P_v * P_k * P_n, \quad (1)$$

где  $P_a$  – приемлемый аудиторский риск,  $0 \leq P_a \leq 1$ ;

$P_v$  – внутрихозяйственный риск,  $0 < P_v \leq 1$ ;

$P_k$  – риск средств контроля,  $0 < P_k \leq 1$ ;

$P_n$  – риск не обнаружения,  $0 < P_n \leq 1$ .

Для того чтобы, проведя аудит получить достоверные результаты, необходимо тщательно определять статус налогоплательщика, налоговую базу, оценить возможность получение налоговых льгот.

Уровень существенности можно понять следующим образом, это такое значение ошибки, допущенной в бухгалтерской отчетности, на основе которой аудитор уже не сможет принять правильное экономическое решение. Для расчета уровня существенности используют следующие пять показателей: прибыль до налогообложения, выручку, валюту баланса, собственный капитал и общие затраты предприятия.

На основании вышеперечисленного, на рисунке 1 рассмотрим ошибки, которые могут возникнуть в отношении учета расчетов с бюджетом.



Рис. 1 – Ошибки в отношении учета расчетов с бюджетом

Выявленные в результате аудита ошибки, фиксируются в рабочей документации аудиторов и подлежат обязательному исправлению, чтобы исключить начисление штрафов и пеней за несвоевременное перечисление налоговых платежей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Российской Федерации: офиц. текст от 12 декабря 1993 г. (в ред. от 14 марта 2020 г. № 1-ФКЗ). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_28399/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/).
2. Об аудиторской деятельности: федер. закон от 30 декабря 2008 г. №307-ФЗ (в ред. от 26 ноября 2019 г. № 378-ФЗ). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83311/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83311/).
3. О введении в действие международных стандартов аудита на территории РФ и о признании утратившими силу некоторых приказов министерства финансов РФ: пр. Минфина РФ от 9.01.2019 г. № 2н. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_317185/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_317185/).
4. Самарина В.П. Основы предпринимательства: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям "Бухгалтерский учет, анализ и аудит", "Финансы и кредит".

Москва, 2010. (2-е изд., перераб.)

5. Самарина В.П. Проблемный регион как объект анализа и управления // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2008. Т. 4. № 5 (26). С. 46-52.

6. Самарина В.П., Субботина Е.В. Управление экономическими системами в условиях изменяющейся среды // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 11. С. 135-142.

7. Удовикова А.А. Налоговый аудит, его экономическая сущность // Донецкие чтения 2019: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности: Материалы IV Международной научной конференции. – Том 3. – Донецк: Изд-во ДонНУ, 2019. – С.176-178.

## **ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ SOFTSKILLS У ВЫПУСКНИКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ**

**Тарасенко Г.М.**

*Губкинский филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический  
институт «МИСиС», Россия, г. Губкин  
309186, Россия, г. Губкин, ул. Комсомольская, 16  
g-tarasenko@mail.ru*

***Аннотация.** Качество подготовки конкурентоспособного выпускника в условиях динамичного развития рынка труда требует от современного вуза понимания значимости softskills, создающих новые возможности, способствующие развитию и формированию профессионализма специалистов инженерных направлений. Развитие этих навыков необходимо осуществлять в процессе изучения отдельных модулей и дисциплин, в ходе практик и непосредственно в процессе обучения в вузе за счет включения упражнений и задач с использованием case-технологий и проектно-исследовательской деятельности.*

**Ключевые слова:** softskills; hardskills; инженер; компетенции; профессионализм, рынок труда.

## **FORMATION AND DEVELOPMENT OF SOFT SKILLS FOR STUDENTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES**

**Tarasenko G.M.**

*branch of NUST MISIS, Russia, Gubkin  
g-tarasenko@mail.ru*

***Annotation.** The quality of training a competitive graduate in the context of the dynamic development of the labor market requires a modern university to understand the importance of soft skills, which create new opportunities that contribute to the development and formation of professionalism of specialists in engineering fields. The development of these skills must be carried out in the process of studying individual modules and disciplines, during practice and directly in the process of studying at a university through the inclusion of exercises and tasks using case technologies and design and research activities.*

**Keywords:** soft skills; hard skills; engineer; competence; professionalism, labor market.



В условиях динамичного развития новых технологий, постоянного переоснащения современного производства, большое значение имеет уровень профессиональной подготовки инженера в рамках вузовского образования.

Это, прежде всего, определяется базовыми компетенциями, формируемыми у будущего специалиста в процессе обучения. Критерием качества подготовки выпускников к профессиональной деятельности выступает, в первую очередь, владение компетенциями, необходимыми для будущей сферы труда.

Несомненно, что профессия инженера подразумевает наличие у выпускника технического вуза обширных профильных знаний. Однако, как показали последние исследования, современные работодатели все чаще выдвигают требования к своим соискателям – наличие так называемых навыков *soft skills*.

Мягкие навыки *softskills* или, как еще их называют, гибкие, – это навыки социального общения. Для профессиональной деятельности – это умение общаться в коллективе, межличностное взаимодействие, поведение в команде. То есть, это навыки и компетенции, которые помогают инженеру быть успешнее, креативнее, эмоционально устойчивее, целеустремленнее.

В профессии инженера важное значение имеют профессиональные навыки, которым можно научиться, измерить их и оценить качество, так называемые навыки *hardskills* (жесткие навыки). Эти навыки формируются на базе фундаментальных знаний предмета, например, математики, законов физики, владение техникой, применения компьютерных программ и технологий, и они играют значимую роль в начале профессиональной карьеры специалиста. Со временем повышается значимость гибких навыков, так как постоянно повышается уровень взаимодействия между коллегами в коллективе, клиентами и партнерами, появляются новые проекты, требующие умения работать в команде.

Наличие и уровень *hardskills* приобретаются путем анализа и запоминания готового материала и практически не изменяются, независимо от социальной среды, в которой находится человек. Их можно проверить, например, с помощью тестирования, зачета или экзамена в период аттестации. Проявление же *softskills* достаточно сложно отследить или измерить, но именно они позволяют специалистам плавно и эффективно справляться с различными социальными профессиональными ситуациями.

Современный работодатель более охотно принимает на работу специалистов, не просто имеющих за плечами опыт работы, но обладающих такими личностными качествами как умение взаимодействовать в команде, креативность в продвижении идей, способность к убеждению, адаптация к меняющимся условиям, навык расстановки приоритетов (тайм-менеджмент), умение воспринимать и реагировать на собственные эмоции и эмоции

партнера. Для большинства крупных работодателей такие навыки важны, так как позволяют оценить, как быстро молодой специалист сможет адаптироваться к работе в новой команде, насколько он инициативен, в конечном счете, максимально продуктивен.

Развития softskills у студентов инженерной специальности может осуществляться в процессе изучения таких дисциплин как Социальная и инженерная психология, Деловые коммуникации, Межкультурные коммуникации, Иностранный язык, а также в ходе практик на предприятии, где он получает возможность знакомства с различными ситуациями профессионального взаимодействия. Опыт участия в подобных ситуациях является важным фактором формирования навыков эмоционального познания. Именно в этих ситуациях происходит понимание, что хорошо выполненная работа часто требует гораздо более нематериальных затрат, например, общение с коллегами, отношение к ним. В процессе обучения большую значимость имеет аудиторная и самостоятельная работа студентов, в которую следует включать задания, разработанные по принципу case-ситуаций и проектно-исследовательские работы. Упражнения с возможными моделируемыми ситуациями обладают большими потенциалом в формировании эмоционального интеллекта. Грамотное использование этих навыков в различных ситуациях на протяжении всего обучения создает новые возможности, способствующие успешному профессиональному развитию и формированию профессионализма.

В настоящее время инженерные профессии являются наиболее востребованными на рынке труда и владение гибкими навыками выступает уже как данность современности. Следовательно, программы обучения студента в техническом вузе должны мобильно адаптироваться под меняющиеся потребности рынка труда с целью формирования у будущих специалистов умений, которые могут помочь в становлении, быстрой адаптации и профессиональной реализации будущего инженера.

Таким образом, в процессе подготовки конкурентоспособных специалистов следует уделять внимание формированию мягких навыков у студентов независимо от направления подготовки и специализации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грудцина М. В. Развитие эмоционального интеллекта студентов вуза / М. В. Грудцина // Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. – г.Севастополь, 2012. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://psychologicalimpact.wordpress.com/2012/02/24/развитие-эмоционального-интеллекта>
2. Богдан Е.С. Развитие soft skills как важный компонент формирования компетенций конкурентоспособных выпускников инженерных направлений // Вестник

Евразийской науки, 2019 №3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://esj.today/PDF/24ECVN319.pdf>

3. Тарасенко Г.М. Непрерывное образование как средство развития персонала в современных условиях // Разработка и применение наукоемких технологий в эпоху глобальных трансформаций: сборник статей Международной научно-практической конференции (02 сентября 2020г, г. Таганрог). – Уфа:OMEGA SCIENCE, 2020. С. 102-103

4. Зольников А.Е., Ниязбакиев И.И. Hardskills и softskills. В чем разница для инженера? // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 2-3. – С. 44-48. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=1893>.

## ФИРМА КАК ГЛАВНОЕ ЗВЕНО РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ

**Титова Д.В., Жилин Э.В.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол*

***Аннотация.** В данной статье рассмотрена проблема Фирма является основным организационно-экономическим звеном рыночной экономики. Так же предложены пути решения данной проблемы.*

**Ключевые слова:** фирма; экономика; прибыль; виды фирм.

## THE FIRM AS THE MAIN LINK OF THE MARKET ECONOMY

**Titova D.V., Zhilin E.V.**

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russia*

***Annotation.** This article deals with the problem of a Firm being the main organizational and economic link of a market economy. Ways to solve this problem are also suggested.*

**Keywords:** firm; economy; profit; types of firms.

Фирма является основным организационно-экономическим звеном рыночной экономики - экономической системы, основанной на принципах свободного предпринимательства, многообразия форм собственности на средства производства, рыночного ценообразования, договорных отношений между хозяйствующими субъектами, ограниченного вмешательства государства в хозяйственную деятельность субъектов.

Реальная экономика представляет из себя сложное переплетение различного рода хозяйственных единиц. Она включает в себя материальное и товарное содержание, а также достаточно масштабную совокупность экономических взаимодействий между субъектами, где реализуется принцип "купля-продажа".

Как и говорилось прежде, фирма в этой системе занимает главную и самую ответственную роль. Фирма – это официально оформленная, реализующая свои интересы засчет обмена товарами и услугами единица предпринимательской деятельности. Она обладает полной самостоятельностью, это проявляется в том, что фирма сама определяет, что производить, в каких количествах и для кого.

Фирма - это своеобразное "сердце" экономической системы:

Она закупает сырье, материалы, оборудование и другие исходные ресурсы, преобразуя их в готовый продукт, арендует площадь для своей работы, нанимает сотрудников.

Также фирма улучшает объем производства, создавая свою собственную структуру производства, устанавливая объем и размеры выпуска своего товара.

Размеры и количество действующих фирм на общем рынке определяет его структуру и степень конкуренции.

Деятельность фирм в основном и определяет общую эффективность рыночной экономики. Степень эффективности экономики определяется степенью эффективной работы фирм.

Условно можно разделить всю природу фирмы на четыре основные стороны, соответственно, существует четыре подхода к полному рассмотрению ее деятельности:

1. Фирма является коммерческой, то есть, сосредоточенной на получении прибыли организацией. Это значит, что она может быть охарактеризована известным определением: "фирма - это организация, концентрирующая и использующая материалы для производства товаров или услуг с целью получения прибыли".

2. Фирма - это единый коллектив работников, организационно способный решать поставленные перед ним цели и задачи. С этой точки зрения фирма выступает как плотная система взаимоотношений, в которых общие установки компании образуют конкретные действия отдельных работников и целых подразделений внутри компании. Любая деталь важна, любая «шестеренка» в фирме играет свою важную роль.

3. Фирма - это комплекс субъектов рынка, преследующих взаимно согласованные цели. Это означает, что фирма может рассматриваться как компромисс интересов и ценностей всех ее участников от собственников и высших менеджеров до рядовых работников. Любой малый вклад в общее дело продвигает всю фирму к назначенной цели. Потому в фирме по-своему важен каждый сотрудник.

4. Фирму также можно назвать жизнеспособным самостоятельным рыночным институтом. Это объясняет проявление фирмы, как системы контрактов, обеспечивающей сокращение транзакционных издержек, т.е. как форма ведения бизнеса, наиболее совершенная для условий современного рынка.

Все четыре стороны фирмы находятся в плотном взаимодействии. При этом они могут как дополнять друг друга, так и препятствовать друг другу.

Фирма обеспечивает экономию, обусловленную массовым и масштабным производством. В нынешних условиях рынка для благоприятного и эффективного производства товара нужны профессиональное оборудование, территория и производственные здания, специализированные сборочные конвейеры и разделение труда на множество мелких операций, где каждый может отвечать за свою область деятельности. Это все нельзя организовать спонтанно, без контроля, в пределах которого специалисты будут координировать и обеспечивать бесперебойность процесса производства; · фирма объединяет свои ресурсы для особо масштабного производства. В сегодняшней экономике в сфере частного предпринимательства основная часть денег, необходимых для осуществления производства, черпается из прибыли компаний или из финансовых рынков. Эффективное частное предпринимательство было бы невозможно, если бы компании и корпорации не находили на реализацию новых проектов необходимые суммы денег; только изнутри иерархичной системы фирмы возможно осуществить полный контроль и взять управление производственным процессом. Менеджер - это тот человек, который устанавливает и организует производство, разрабатывает новые идеи, создает новые товары и организует процессы, принимает деловые решения и занимается оценкой результатов предпринимательской деятельности.

Фирма является диктаторской организацией с налаженной внутри четкой иерархией. Фирма, так сказать, противоречит стихийности рынка. Рынок предоставляет обособление средств производства, фирма - их концентрацию. В условиях рынка господствуют косвенные методы контроля, на фирме - прямые. Рынок исключает диктат, он основывается на экономических стимулах; фирма, наоборот, предполагает единоначалие и основывается на административных методах управления.

Законодательство каждой страны предусматривает виды фирм, которые в этой стране разрешается организовывать. В России это оговорено в Гражданском кодексе РФ. В данном случае разрешены такие фирмы, как:

1. коммерческие: У предпринимателя нет высшего юридического образования; товарищества (полные, коммандитные;

общества:

- с полной ответственностью;
- с ограниченной ответственностью;
- с дополнительной ответственностью;
- акционерные общества (открытые, закрытые);

производственные кооперативы;

государственные унитарные предприятия;

2. некоммерческие:

профсоюзы, клубы, церкви, госпитали, общества милосердия и т.д.;  
потребительские кооперативы.

в) другие классификации.

По отраслевому признаку фирмы делятся на:

- отраслевые (с более мелкой градацией по видам отраслей);
- межотраслевые.

По сферам в производстве:

- промышленность;
- сельское хозяйство;
- транспорт;
- связь и т.д.

По масштабам в производстве:

- малые;
- средние;
- крупные.

Таким образом, разнообразные организационные формы предприятий позволяют эффективно использовать экономические ресурсы для выпуска необходимой продукции и получения прибыли. Классификация фирм позволяет лучше понять разные механизмы работы этих слаженных систем, а также решить, что подойдет для конкретного предприятия. Так или иначе, как и говорилось в самом начале, вся внутренняя организация фирмы сводится к получению прибыли за счет продажи предлагаемых товаров или услуг.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ru.Wikidedia.org
2. Studopedia.ru
3. Revolution.allbest.ru
4. lektsii.com

## ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА БУХГАЛТЕРСКОЙ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ

**Удовикова А.А.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол*

***Аннотация.** В статье представлен понятийный аппарат по аудиту бухгалтерской финансовой отчетности и алгоритм его проведения, так как отчетность является основным источником информации об устойчивости, уровня платежеспособности, степени ликвидности и рентабельности организации. Именно по этой причине, аудиторская проверка показателей отчетности является важнейшим инструментом ее оценки, позволяет выявить и устранить недостатки и ошибки в учете и работе предприятия.*

**Ключевые слова:** аудит; аудиторская проверка; бухгалтерская финансовая отчетность; аудиторские процедуры; инициативный аудит; обязательный аудит.

## FEATURES OF AUDIT OF ACCOUNTING FINANCIAL STATEMENTS

**Udovikova A.A.**

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russia*

***Annotation.** The article presents the conceptual framework for the audit of accounting financial statements and the algorithm for its implementation, since reporting is the main source of information about the stability, level of solvency, degree of liquidity and profitability of the organization. It is for this reason that the audit of financial statements is the most important tool for its evaluation, it allows you to identify and eliminate shortcomings and errors in the accounting and operation of the enterprise.*

**Keywords:** audit; accounting financial statements; audit procedures; initiative audit; mandatory audit.

В связи с развитием рыночных отношений в Российской Федерации существенно изменилась деятельность хозяйствующих субъектов, степень самостоятельности которых значительно возросла и повлекла за собой возможность принятия решений о выборе деятельности, а также поиску контрагентов и партнеров по бизнесу. Становление предприятий в качестве открытых акционерных обществ, повсеместная цифровизация, а



также формирование новых коммерческих структур приводит к обеспечению деятельности собственными источниками финансирования, в том числе к самостоятельности при возникновении коммерческих рисков [1; 4; 5]. При этом, важно своевременно проводить финансовый контроль, который подразделяется на государственный и независимый, т.е. аудит.

Согласно российскому законодательству аудит представляет собой независимую проверку финансовой отчетности и бухгалтерского учета, цель которого является обеспечение достоверности отчетности [1], то есть аудит – это форма независимого контроля, суть которого заключается в проверке финансовой деятельности предприятия, охватывающий все хозяйствующие субъекты, независимо от организационно - правовой формы хозяйствования и форм собственности [6].

Опираясь на законодательство РФ, можно заключить, что аудитором является физическое лицо, отвечающее квалификационным требованиям, установленным уполномоченным федеральным органом, и имеющее квалификационный аттестат аудитора, который вправе осуществлять аудиторскую деятельность или оказывать сопутствующие аудиту услуги. Также, согласно Федеральному закону «Об аудиторской деятельности» «аудиторская организация - коммерческая организация, являющаяся членом одной из саморегулируемых организаций аудиторов, она приобретает право осуществлять аудиторскую деятельность с даты внесения сведений о ней в реестр аудиторов и аудиторских организаций саморегулируемой организации аудиторов, членом которой такая организация является» [2]. В настоящее время аудит классифицируется по различным признакам, так по форме проведения аудит подразделяется на обязательный и инициативный (рисунок 1).

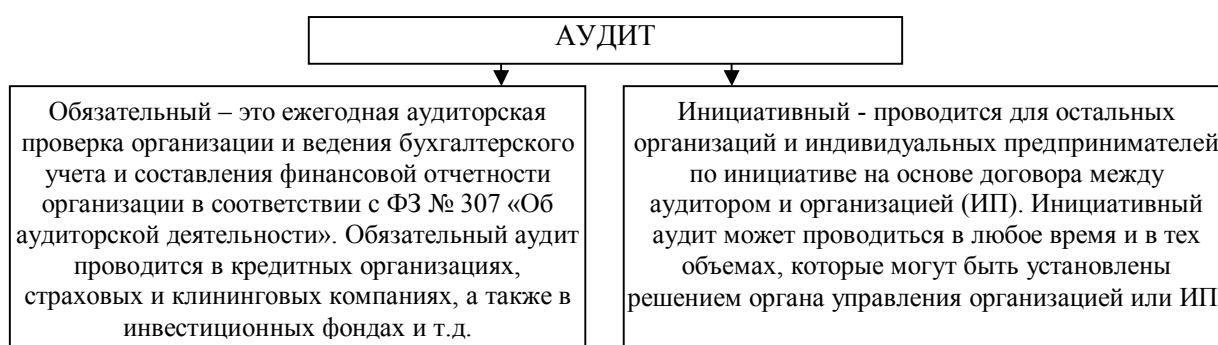


Рис. 1 – Классификация аудита по форме проведения

Аудит это не просто оказывает платные услуги, но и выполняет важную социальную функцию – способствует функционированию нормальных экономических отношений.

Следует отметить, что прежде чем делать выводы о результатах проведенной аудиторской проверки и оформлять аудиторское заключение, аудитор должен собрать в процессе проверки аудиторские доказательства, на которых будет основываться мнение

аудитора. К таким доказательствам относятся первичные документы (товарная накладная, акт сдачи-приемки и др.) и бухгалтерские записи, являющиеся основой бухгалтерской отчетности, информация, полученная из различных источников и письменные разъяснения уполномоченных сотрудников экономического субъекта. Итак, подчеркнем, что аудит это не просто механизм контроля. Аудит можно считать средством достижения коммерческого успеха аудируемых лиц, так как он не только направлен на выражение мнения о достоверности финансовой информации, от которой зависит принятие важных решений, но и сопровождается выдачей советов по устранению выявленных недостатков.

Значимую роль при проведении аудиторских проверок играет объем аудита, который устанавливается в соответствии с Международным стандартом аудита 200 «Основные цели независимого аудитора и проведение аудита в соответствии с международными стандартами аудита» [3]. Аудиторские процедуры определяются в соответствии с международными стандартами, а также внутренними и внутрифирменными правилами и стандартами аудита, установленными саморегулируемыми аудиторскими организациями. Также при определении объема аудита, аудитор должен принимать во внимание нормативно правовые акты и федеральные законы. Наряду с этим, организация, проводящая аудит в праве самостоятельно определять форму, количество и глубину проведения аудиторских процедур, количественный персонал группы для осуществления аудиторской проверки и затратах времени.

Аудит бухгалтерской финансовой отчетности проводится в следующей последовательности(таблица 1).

Таблица 1 – Этапы аудита бухгалтерской финансовой отчетности

Этапы аудита	Характеристика
Планирование аудита	Данный этап проводится при достигнутом понимании о деятельности предприятия. Целью планирования является организация эффективной, полной и достоверной проверки бухгалтерской финансовой отчетности. На этом этапе разрабатывается стратегия и тактика проверки, а также план и программа аудита.
Получение аудиторских доказательств	Этот этап характеризуется сбором достаточного количества информации, служащей основой для формирования мнения о степени достоверности бухгалтерской финансовой отчетности аудируемого лица.
Привлечение в работу третьих лиц и контакт с руководством	В качестве третьих лиц могут выступать как ассистенты аудитора, независимые эксперты, так и другие аудиторские организации. Также при формировании аудиторского заключения учитывается результат работы привлеченных экспертов, но при этом не уменьшается степень ответственности аудиторской организации за выражаемое мнение о финансовой отчетности
Документирование аудита	В процессе аудиторской проверки все факты и выводы проведенной работы должны документироваться для подтверждения правильности мнения о степени достоверности бухгалтерской финансовой отчетности аудируемого лица
Формирование мнения и составление заключения	Аудиторская организация по окончании аудиторских процедур обязана обобщить и оценить выводы на основе полученных результатов и составить аудиторское заключение, в котором должно выразить мнение о степени достоверности бухгалтерской финансовой отчетности

Таким образом, аудит бухгалтерской финансовой отчетности представляет собой

процедуру, позволяющей комплексно и полно оценить степень достоверности такой отчетности, выявить нарушения ведения учета, а также способствует совершенствованию деятельности организации и в дальнейшем снижению операционных рисков.

К аудиту предприятий малого и среднего бизнеса применяются те же стандарты, что и в отношении предприятий, подлежащих обязательному аудиту. Также, следует подчеркнуть, что аудиторы должны применять стандарты аудиторской деятельности в полном объеме.

Процесс аудита на небольших предприятиях имеет свои специфические особенности. Эти особенности обусловлены следующими обстоятельствами:

- полным отсутствием или ограничением разделения полномочий работников, которые должны отвечать за ведение финансовой отчетности;
- чрезмерным влиянием руководства на все аспекты деятельности предприятия.

Пристальное внимание следует уделить факторам риска:

- учетные записи могут вестись нерегулярно, без соблюдения формальных требований, что значительно повышает риск искажения финансовой отчетности;
- возможное использование незаконных налоговых схем;
- отсутствие внутреннего контроля из-за ограниченного числа сотрудников бухгалтерии;
- неточность в понимании требований к исправлению ошибок;
- формальное или ненадлежащее проведение контрольных процедур, в первую очередь инвентаризаций;
- существует высокая вероятность преднамеренных или непреднамеренных ошибок в бухгалтерском учете из - за человеческого фактора;
- сокрытие полученных доходов.

В случае если руководство аудируемых лиц, относящихся к субъектам малого и среднего предпринимательства, участвует в подготовке финансовой отчетности, то эти лица могут не иметь подробного описания бухгалтерских процедур или детальной учетной политики.

Бывают случаи, когда владелец и руководитель находится в одном лице и выполняет функции, которые на предприятиях ощутимо крупного размера принадлежат к нескольким составляющим системы внутреннего контроля, внутри небольших предприятий отсутствует граница между составляющими системы внутреннего контроля.

В процессе проведения аудита экономического субъекта значительное влияние должно быть уделено получению официальных письменных разъяснений от его руководства, где они бы подтвердили свою персональную ответственность за правильное ведение бухгалтерского и налогового учета на предприятии, а также подготовку полной и

достоверной финансовой отчетности. В определенных ситуациях руководители должны представить аргументы и высказать свою точку зрения аудиторской организации по спорным ситуациям, возникшим в ходе проверки финансовой отчетности.

На основе всего вышесказанного, можно сделать вывод, о том, что аудит имеет большое значение для всех участников рыночных отношений независимо от форм собственности. Вовремя проведенная аудиторская проверка финансовой (бухгалтерской) отчетности позволит принять оптимальные управленческие, производственные и финансовые решения, разработать стратегию дальнейшего развития, улучшить финансовое положение экономического субъекта, а также избежать различных рисков, которые возникли из-за искажения информации, представленной в бухгалтерской отчетности. Следовательно, без аудита практически невозможно принять правильные решения, позволяющие в будущем эффективно вести бизнес. Поэтому можно утверждать, что аудит является фактором эффективности бизнеса. В дальнейшем с развитием экономики роль аудита финансовой (бухгалтерской) отчетности будет только возрастать, так как станет появляться все больше и больше количество предприятий, между которыми будет сильная конкуренция за долю на рынке, партнеров, покупателей и других участников рыночных отношений, заинтересованных в качественной и своевременной финансовой информации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косарева И.Н., Самарина В.П. Особенности управления предприятием в условиях цифровизации // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 3. С. 20.
2. Об аудиторской деятельности: федер. закон от 30 декабря 2008 г. №307-ФЗ (в ред. от 26 ноября 2019 г. № 378-ФЗ). – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_83311/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83311/).
3. О введении в действие международных стандартов аудита на территории Российской Федерации и о признании утратившими силу некоторых приказов министерства финансов Российской Федерации: приказ Минфина РФ от 9 января 2019 г. № 2н. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_317185/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_317185/).
4. Самарина В.П. Основы предпринимательства: учебное пособие для студентов, обучающихся по специальностям "Бухгалтерский учет, анализ и аудит", "Финансы и кредит" / В. П. Самарина. Москва, 2010. (2-е изд., перераб.)
5. Самарина В.П., Субботина Е.В. Управление экономическими системами в условиях изменяющейся среды // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 11. С. 135-142.
6. Шеремет А.Д. Аудит: учебник / А.Д. Шеремет, В.П. Суйц; под общ. ред. проф.

А.Д. Шеремета. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2019. - 375 с.

## ИНТЕГРАЦИЯ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Цемба Н.М.**

*Старооскольский филиал Белгородского государственного национально - исследовательского университета,  
Россия, г. Старый Оскол  
nataliatsemba@mail.ru*

**Аннотация.** Развитие интеграционных процессов в сложившихся условиях становится главным стимулом экономического роста. Основным сдерживающим фактором, влияющим на интеграционные процессы предприятий, является то, что они находятся в частной собственности у различных лиц.

**Ключевые слова:** интеграция; хозяйственная ассоциация; анализ; устойчивое развитие; собственники; стратегический альянс; ресурсы; поглощение предприятий.

## INTEGRATION AS A FACTOR OF SUSTAINABLE ECONOMIC DEVELOPMENT OF ENTERPRISES

**Tsemba N. M.**

*Stary Oskol Branch of the Belgorod State National Research University, Stary Oskol, Russia  
nataliatsemba@mail.ru*

**Annotation.** The development of integration processes in the current conditions is becoming the main driver of economic growth. The main constraint affecting the integration processes of enterprises is that they are privately owned by various individuals.

**Keywords:** integration; economic association; analysis; sustainable development; owners; strategic alliance; resources; enterprise takeover.

Процесс интеграции должен быть организован таким образом, чтобы учесть экономические интересы всех заинтересованных субъектов и достичь компромисса между собственниками. Учитывая столь существенное ограничение, автором рассмотрено несколько наиболее приемлемых форм развития интеграции для предприятий (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ наиболее приемлемых форм интеграции [1]

Форма	Преимущества	Недостатки
-------	--------------	------------

Форма	Преимущества	Недостатки
1. Поглощение предприятия- поставщика в ресурсы	- объединение ресурсов, которое позволит добиться дополнительных преимуществ (экономия на затратах, рост доходности и т.д.)	- предприятия лишаются экономической самостоятельности (полностью подчинены руководству организации-поглотителя)
2. Хозяйственная ассоциация	- является более «мягкой» формой интеграции для предприятий; - возможна централизация определенных функций, в частности информационного характера; - члены ассоциации (союза) наделены правом на сохранение своей независимости (самостоятельности) и статуса юридического лица; - ассоциация вправе не отвечать по обязательствам своих участников; - субсидиарную ответственность члены ассоциации должны нести согласно обязательствам в размере и порядке, которые предусмотрены учредительными документами ассоциации; - члены ассоциации вправе безвозмездно пользоваться ее услугами; - есть возможность формирования более широкой базы для поддержки по возникающим проблемам и занимаемым позициям; - допустим обмен опытом членов ассоциации.	- ассоциация создается в целях кооперированной деятельности. Ее решения носят – рекомендательный характер; - предприятия вступают в ассоциацию, прежде всего, для достижения некоммерческих целей.
3. Стратегический альянс	- основывается на соглашении о сотрудничестве между предприятиями, выходящее за границы обычных торговых сделок, но не доходящее до слияния организаций; - базируется на заключении среднесрочных или долгосрочных, а также двусторонних или многосторонних соглашений; - в стратегический альянс могут вступать не только поставщики ресурсов и перерабатывающие предприятие, но и конкуренты, которые в результате объединят свои усилия в сфере конкретного производства; - реализуется общая координация стратегического планирования и управления участниками деятельности, что позволяет им согласовать долгосрочные партнерские отношения с определенной выгодой для каждого партнера; - стратегический альянс базируется на горизонтальной и вертикальной межхозяйственной кооперации между предприятиями, функционирующими в одной сфере деятельности, а это способствует объединению и взаимному дополнению производственного опыта и технологий управления;	- эффективная координация функционирования самостоятельных предприятий является сложной задачей (исходя из их различной мотивации и зачастую противоречащих целей); - являясь в определенной степени независимыми, партнеры могут принимать решения, неоптимальные в плане интересов стратегического альянса в целом; - представители альянса вынуждены периодически изыскивать способы

Форма	Преимущества	Недостатки
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- стратегический альянс не может выступать как самостоятельное юридическое лицо;</li> <li>- предприятия, образующие стратегический альянс, могут состоять в других союзах и ассоциациях;</li> <li>- создается на обусловленный срок, его функционирование прекращается, когда необходимость в объединении производителей и переработчиков определенной продукции отпадает;</li> <li>- альянс оказывает неоспоримое влияние на конкуренцию: интегрированные предприятия направят усилия максимально против общих конкурентов, чем друг против друга</li> </ul>	разрешения противоречий между задачами, стоящими перед стратегическим альянсом в целом и его отдельными участниками

Согласно проведенному анализу можно сделать вывод, что наиболее выгодной формой интеграции предприятий является стратегический альянс. Указанная форма интеграции достаточно подвижна, свободна для партнеров, ориентирована в будущее. Интеграция в указанной форме уменьшит неясность и неопределенность в отношениях партнеров, увеличит стабильность в обеспечении ресурсами и распределении продукции и услуг [2].

С юридической точки зрения основание стратегического альянса – менее ограниченный в законодательном плане механизм развития интеграции. В сложившихся экономических обстоятельствах заключение стратегического союза между предприятиями является наиболее рациональным путем достижения устойчивого экономического развития.

Предприятия – потенциальные партнеры для объединения в стратегический альянс должны отвечать определенным требованиям:

- отвечать по своим размерам предприятию-инициатору (в ином случае велик риск поглощения);
- должны соответствовать предприятию-инициатору по корпоративным ценностям и организационной культуре, определяющим стиль принятия решений и предсказуемости действий (соблюдение принципа не только территориальной, но и социокультурной близости);
- иметь технологически совместимые ресурсы;
- обладать такими ресурсами, которые будут дефицитными для предприятия-инициатора;
- располагать более высокой компетенцией в тех границах, в которых инициатор имеет конкурентные преимущества [3].

Разработанные рекомендации по интеграции в форме создания стратегического альянса являются экономически эффективными. Подобная интеграция повышает уровень устойчивого развития предприятий альянса.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цемба, Н.М. Формирование механизма устойчивого развития экономики локального молочного промышленного комплекса: дис....канд. экон. наук: 00.08.05: защищена 23.06.16 / Цемба Наталья Михайловна. - Курск, 2016. – С.7-22.

2. Цемба, Н.М. Выявление сильных и слабых сторон предприятий локального агропромышленного комплекса с целью углубления межхозяйственных связей между ними/ Н.М. Цемба // Современная наука: проблемы и пути их решения: Материалы международной научно-практической конференции. – Кемерово: Западно-Сибирский научный центр, 2015. - С. 554-557.

3. Гранкин, В.Ф. Методика оценки экономического потенциала предприятий локального молочного промышленного комплекса [Текст] / В.Ф. Гранкин, Н.М. Цемба, Н.О. Гордеева // Вестник КГСХА.- 2015. - №5 С. 19-22.

## РЕСУРСЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ: УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

**Терешина М.В., Цкаррозия Л.З.**

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»*

***Аннотация.** Исследование посвящено управленческим ресурсам устойчивого развития городских агломераций. Выявлены и проанализированы типы ресурсов агломерационного развития применительно к различным этапам формирования и развития городских агломераций.*

**Ключевые слова:** городские агломерации; публичное управление; ресурсы развития.

## RESOURCES FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF URBAN AGGLOMERATIONS: MANAGEMENT ASPECTS

**Tereshina M.V., Zkarosia L.Z.**

*FSBEI HE «Kuban State University»*

***Annotation.** The research is devoted to the management resource of sustainable development of urban agglomerations. Types of agglomeration development resources are identified and analyzed in relation to various stages of formation and development of urban agglomerations.*

**Keywords:** urban agglomerations; public administration; development resources.

В настоящее время управленческая практика фокусирует внимание на тех источниках экономического роста, которые непосредственно локализуются в городских агломерациях и связаны с широко известными локализационными (концентрацией занятости и интенсивным обменом знаниями) и урбанизационными (усиленным взаимодействием предприятий и работников из разных отраслей) эффектами. Кроме того, большинство исследователей в области пространственного планирования считают, что современное пространственное развитие основано именно на агломерационных тенденциях [1-4]. Очевидно, что, начиная с определенного момента, экстенсивные факторы городского развития теряют свое значение, а интенсивные, изменяющие структуру и качество внутренних связей городских систем, усиливаются. Агломерации стимулируют инновации, снижают производственные издержки,

а также инфраструктурные издержки, способствуя росту производительности и повышая конкурентоспособность [5]. Однако рост городов сталкивается с барьерами в виде дефицита земли, проблем с инфраструктурой и усиления экологического давления. Экономический мультипликатор в рамках агломерации возникает лишь в случае способности городских центров создавать положительные экстернальные эффекты для близлежащих территорий. В условиях же аккумуляции ресурсов развития в центре, в агломерационных взаимодействиях преобладают отрицательные экстерналии, усиливается неравномерность территориального развития и утрачивается связность пространства[6].

На территории РФ сложилось около 40 агломераций, классифицируемых как крупные и крупнейшие, на территории которых проживает более 73 млн. человек. Процесс их формирования и развития происходил во многом стихийно, базируясь, в основном, на факторах «первой природы» и исходя из социально-демографических, экономических, политико-управленческих потребностей. В последние годы он приобретает более управляемый характер, прежде всего за счёт институционализации, происходящей в различных формах. К ним можно отнести:

- законы и проекты законов субъектов Российской Федерации в области управления развитием агломераций;
- документы стратегического планирования субъектов Российской Федерации, актуализирующие агломерационную повестку
- концепции и стратегии развития агломераций;
- схемы территориального планирования субъектов РФ, включающие агломерационный дискурс и схемы территориального планирования агломераций;
- межмуниципальные соглашения о сотрудничестве в рамках агломераций;
- создание органов управления развитием агломераций;
- разработка отраслевых документов по отдельным аспектам развития агломераций .

Единый рынок труда, товаров и ресурсов является базовой характеристикой формирования городских агломераций, которая определяет, в том числе, кооперацию в использовании инженерных, транспортных, коммунальных и рекреационных объектов и требование общего управления. Однако, поскольку в отечественной практике агломерации не имеют самостоятельного юридического статуса и фиксации в качестве единицы административного деления, и охватывают территории нескольких территориальных образований, то проблема расширения области координации для устойчивого развития городских агломераций и поддержания баланса позитивных и негативных эффектов агломерирования стоит очень остро.

В каждой конкретно взятой агломерации специфичен круг субъектов, оказывающих влияние на агломерационные процессы, разнообразны имеющиеся у них ресурсы и цели. Использование этих ресурсов в соответствии с определенными целями является источником протекания агломерационных процессов в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

Идентификация конкретных субъектов и ресурсов, а также их фактической пользы для каждого этапа развития агломерации может стать предпосылкой для конструирования объяснительной управленческой модели и преодоления сложившегося противоречия между теоретическими конструкциями и управленческой практикой.

Модификация классификации этапов развития агломерации, предложенная В. Я. Любовным, позволила выделить следующие этапы агломерационного развития:

- преагломерационную стадию, определяющую необходимость включения механизма «запуска» агломерации при сложившихся к этому предпосылках;

- первую стадию характеризующуюся экстенсивным и центростремительным характером развития;

- вторую стадию, на которой происходит качественное изменение ее структуры, формирование ядер «второго порядка», развитие кооперационных связей и совершенствование управленческих структур и практик;

- третью стадию, в рамках которой происходит дальнейшая территориальная и качественная экспансия, выраженная в совершенствовании структуры расселения, системы связей между ядрами и т.д.;

- четвертую стадию, связанную с необходимостью «перезапуска» и формирования нового качества роста [7].

Данная классификация дает возможность учета влияния различных факторов на процесс агломерационного развития, в том числе создания и трансформации управленческих механизмов.

В исследовании проводится оценка необходимости и эффективности использования определённых политико-административных ресурсов, доступных в сфере публичного управления агломерацией, а также их дифференциация применительно к различным этапам агломерационного процесса. Подобный подход позволяет не только идентифицировать стартовые условия формирования каждого этапа, но также проанализировать качественные характеристики формирующихся социально-экономических связей, а также определить инструменты и механизмы, необходимые для их консолидации в целях устойчивого агломерационного развития.

Объектом диагностики выступила Краснодарская городская агломерация занимающая, согласно рейтингу аналитической группы РБК [8], первое место среди самых

быстрорастущих агломераций России. Результаты исследования, верифицированные с помощью экспертного опроса, позволили выделить набор ресурсов, необходимых системе публичного управления для решения специфических задач на каждом этапе развития.

Таблица 1 – Ресурсы публичного управления развитием городской агломерации (составлено авторами)

Этап	Задачи	Ресурсы
Первый (преагломерационный)	переход от стихийного развития агломерационных процессов к упорядоченному и планомерному, выбор оптимальной пространственной модели; определение направлений развития социально-расселенческого каркаса	Лоббистский ресурс, экспертный, коммуникативный, административный, интеллектуальный, информационно-дискурсивный, символическо-имиджевый ресурс
Второй	делimitация границ, создание и институционализация управленческих структур, поиск и определение наиболее эффективных инструментов межмуниципального сотрудничества и конструирование партнерских, договорных отношений между различными центрами власти и стейкхолдерами, формирование природно-экологического каркаса агломерации. Координация стратегических документов городского развития и документов территориального планирования, программ инфраструктурного, регионального и муниципального развития.	Сетевой, коммуникативный, административный, экспертный, инвестиционный, бюджетный, правовой ресурсы
Третий	переформатирование внутренней структуры агломерации и системы управления в соответствии с текущими потребностями, публично-политическое обоснование и легитимация необходимых трансформаций в сфере управления, устранение параллелизма и дублирования однотипных функций, выполняемых разными органами местного самоуправления,	сетевые ресурсы, административные, правовые, ресурсы политического реагирования, инвестиционный ресурс, бюджетный ресурс
Четвертый (новая экспансия)	совершенствование структуры расселения, системы связей между ядрами, транспортной, логистической, коммунальной, торгово-развлекательной, социальной инфраструктуры, системы землепользования, формирование системы перспективных многофункциональных и специализированных центров агломерационного значения, становление интеллектуальной городской инфраструктуры	Экспертный ресурс, Информационно-дискурсивный ресурс, имиджевый ресурс

В отечественной практике агломерации не прошли все этапы формирования и развития. Более того, сами идеи метрополитенского управления, формирования новых политико-административных структур и инструментария управленческой деятельности воспринимаются довольно трудно. Стихийно формируемые тенденции развития доминируют над управляемыми, что создает угрозу устойчивому развитию и формирует целый ряд негативных последствий.

Представляется, что основу для решения этой проблемы может создать комплексная оценка системы публичного управления городской агломерацией, включающая формулирование наиболее острых проблем и определение «узких» мест, нуждающихся в

трансформационных изменениях, а также необходимых для этого ресурсов, анализ основных участников и стейк-холдеров, а также имеющихся у них ресурсов, анализ ресурсного «разрыва» и выбор оптимальной стратегии их наращивания и включения в процесс управления, формирование специфического набора индикаторов устойчивого развития, позволяющего адекватно оценить степень прогресса, систематический контроль и мониторинг показателей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Развитие городских агломераций: аналитический обзор. URL: <http://giprogor.m/sites/default/Шес/Развитие0/о20городских0/о20агломераций0/о20-%20аналитический%20обзор.%20Выпуск%202.pdf> (дата обращения 11.11.2020).
2. Скуфьина Т.П., Самарина В.П. Особенности социально-экономического развития областей Центрального Черноземья // Федерализм. 2008. № 1 (49). С. 55-66.
3. Терешина М.В., Самарина В.П. Анализ проблем развития зоны Севера в контексте типологизации регионов // Современная экономика: проблемы и решения. 2013. № 11. С. 79-90.
4. Samarina, V. P., Skufina, T. P., Samarin, A. V. (2018) Russia's North Regions as Frontier Territories: Demographic Indicators and Management Features. *European Research Studies Journal*. V. XXI (3), 705-716. URL: [https://www.ersj.eu/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1388](https://www.ersj.eu/index.php?option=com_content&task=view&id=1388).
5. Лаппо Г., Полян П., Селиванова Т. Агломерации России в XXI веке. [Электронный ресурс] — Режим доступа: [http://www.frrio.ru/uploads\\_files/Lappo.pdf](http://www.frrio.ru/uploads_files/Lappo.pdf). (дата обращения 01.12.2020)
6. Коломак Е.А. Городская система России // Регион: экономика и социология.— 2016.— № 1.
7. Любовный В. Я. Городские агломерации России: от стихийного к целенаправленному развитию // Муниципалитет: экономика и управление. 2015. № 1(10). С. 5-16.
8. Краснодар, Рязань и Москва возглавили рейтинг быстрорастущих городов Российской газета - Федеральный выпуск № 285(8043) <https://rg.ru/2019/12/17/reg-ufo/krasnodar-riazan-i-moskva-vozglavili-rejting-bystrorastushchih-gorodov.html> (дата обращения 03.12.2020)

# СЕКЦИИ: «НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ» И «РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»

УДК 65.011.56

## ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

**Сидоров Д.В., Богов Ч.В., Габолаев В.В.**

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий»,  
362021, Россия, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44  
raen3@yandex.ru*

***Аннотация.** В статье рассматриваются принципы построения, структура и классификация виртуальных электростанций.*

**Ключевые слова:** виртуальная электростанция; классификация ВЭС; распределенная генерация; микрогрид; гибкие электросети.

## PRINCIPLES AND TECHNOLOGIES OF VIRTUAL POWER PLANT

**Bogov C.V., Gabolaev V.V., Sidorov D.V.**

*The North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University),  
department of industrial power supply, Russia, Vladikavkaz  
raen3@yandex.ru*

***Annotation.** The article analyzes the principles of construction, structure and classification of virtual power plants.*

**Keywords:** virtual power plant; classification of VPP; distributed generation; microgrids; flexible power grids.

Понятие «виртуальной электростанции» появилось за рубежом. Широкий круг исследовательских групп и представителей энергетических компаний по всему миру

предлагают несколько отличающиеся определения виртуальной электростанции (ВЭС) (Virtual Power Plant).

Одним из первых случаев использования термина был проект Европейского союза «VirtualFuelCellPowerPlant» в 2002 году. Здесь ВЭС рассматривалась, как группа, объединенных между собой, децентрализованных когенерационных установок, использующих технологию топливных элементов, установленных в жилых домах, на малых предприятиях и общественных объектах, для индивидуального отопления, охлаждения и производства электроэнергии [1]. В [2] ВЭС описывают как управляемую агрегацию ресурсов распределенной генерации (РГ) по месту, а при необходимости, и в распределительных сетях различных сетевых операторов.

Группа немецких исследователей университета Зигена определила ВЭС, как единое на энергетическом уровне и уровне управления большое количество объединенных пространственно удаленных распределенных энергетических производителей [3].

Управление агрегацией, поддерживаемое логическим алгоритмом управления и коммуникационной инфраструктурой, может осуществляться в централизованной или децентрализованной системе и далее рассматриваться как единая крупная электростанция.

Исследованием [4] ВЭС определяется как группа распределенных генерирующих установок, управляемых нагрузок и систем хранения, объединенных для работы в качестве уникальной электростанции. Предполагает использование как традиционных, так и возобновляемых источников энергии, и имеет в наличии систему управления EMS, которая координирует потоки электроэнергии.

Таким образом, рассмотренные исследования объединяет тот факт, что ВЭС представляет собой агрегацию объектов РГ на основе различных технологий для функционирования в качестве единой электростанции, которая может управлять данными объектами и потоками электроэнергии между ними с целью получения наиболее эффективной работы системы.

Различия в понятийном аппарате связаны, в большинстве случаев, с разнообразием компонентного состава ВЭС, природой используемых установок РГ, возможностью параллельной работы с сетью, а также коммерческим или техническим назначением ВЭС.

Таким образом, на основе анализа публикаций можно сформулировать наиболее общее определение ВЭС. Под ВЭС понимается агрегация источников РГ, накопителей электроэнергии, потребителей и потребителей-регуляторов (активных потребителей) посредством информационных, энергетических и финансовых потоков для их взаимодействия с крупной энергетической системой (централизованной системой электроснабжения) в качестве единого объекта (кластера).



Пилотные проекты в области создания ВЭС ведутся за рубежом начиная с 2003 года. Среди крупнейших по мощности можно выделить ВЭС в южном сценарии проекта FENIX (Испания) с суммарной генерируемой мощностью объектов малой распределенной энергетики (МРЭ) 150 МВт, а также запуск в 2011 ВЭС Elektro Ljubljana в Словении генерируемой мощностью 63 МВт. Составляющие мощности собраны по 1–2 МВт от каждого клиента, которыми выступили энергоемкие потребители (сталелитейные заводы, бумажные комбинаты, торговые центры, химическая промышленность).

Сдерживающим фактором на пути создания ВЭС в России является низкий уровень технологий и отсутствие разработок отечественных компаний в данной области как в аппаратной, так и в программной части. Рынок технологий ВЭС представлен лишь зарубежными компаниями.

Разработкой решений, связанных с ВЭС, в основном занимаются страны Европейского Союза (Германия, Нидерланды, Австрия, Франция, Испания, Великобритания, Словения, Польша, Португалия), США, Австралия, а также немногочисленные представители Бразилии, Ирака и Индии. Среди наиболее крупных компаний, деятельность которых связана с разработкой интеллектуальных решений для ВЭС можно выделить такие как: PSI Energy MarketsGmbH, CyberGridGmbH, Telvent, TEDOM, SchneiderElectric, GE, Siemens, Alstom, Korona, ITEnergy, EncorpIntelligence, NextKraftwerkeGmbH, Cbb software GmbH, ABB [1].

В ходе анализа структурных особенностей и функциональных возможностей ВЭС, разработана классификация ВЭС по отношению к энергосистеме и агрегируемым объектам.

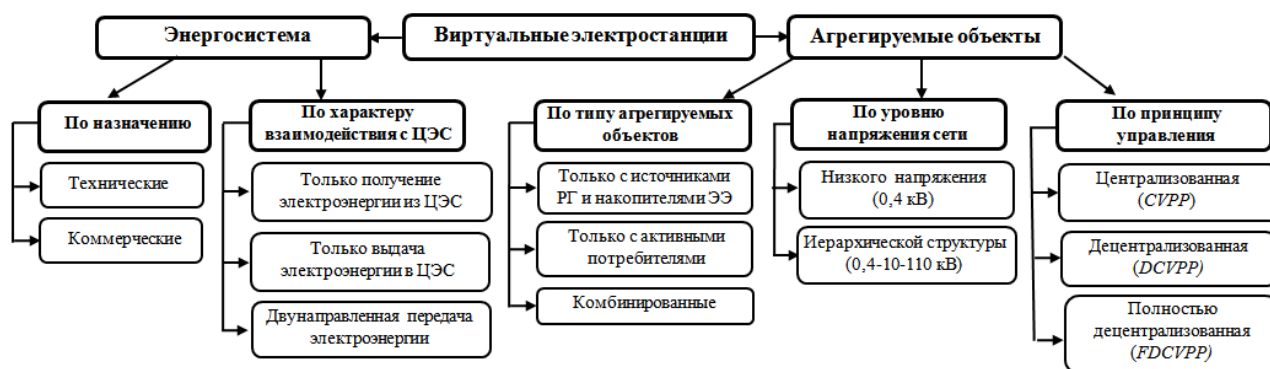


Рис. 1 – Классификация ВЭС.

ВЭС могут быть классифицированы по ряду направлений.

1. По назначению [6]: технические, для оперативного технологического управления режимами объектов РГ в составе систем электроснабжения; коммерческие, для обеспечения совместного участия агрегированных объектов на электроэнергетическом рынке.

2. По характеру взаимодействия с ЦЭС [6]: только передача электроэнергии из ЦЭС; только выдача электроэнергии в ЦЭС; двунаправленная передача электроэнергии.

3. По типу агрегируемых объектов [5]: только с источниками РГ и накопителями; только с активными потребителями и комбинированного типа.

4. По уровню напряжения сети можно выделить ВЭС [6]: низкого напряжения (0,4 кВ); иерархической структуры (0,4-10-110 кВ).

5. По принципу управления [5]:

– централизованная управляемая ВЭС, имеет единый центр управления, располагающий всей информацией о распределенных энергоресурсах (РГ, накопители ЭЭ, управляемая нагрузка) и управляющий каждым из них;

– децентрализованная управляемая ВЭС, имеет множество распределенных локальных контроллеров, представляющих иерархическую архитектуру во главе с центральным контроллером. Управление ограниченным количеством распределенных энергоресурсов осуществляется на местном уровне посредством локальных контроллеров при делегировании ряда управляющих решений на контроллеры более высокого уровня.

– полностью децентрализованная управляемая ВЭС, является расширением предыдущего варианта, в которой центральные контроллеры заменяются агентами обмена информацией, которые предоставляют только услуги, например, рыночные цены, прогнозирование погоды и протоколирование данных для своих участников. Каждый распределенный энергоресурс выступает как независимый интеллектуальный агент, участвующий и реагирующий на состояние энергосистемы и рынка.

Таким образом, ВЭС могут отличаться по составу агрегируемых объектов, уровню напряжения, мощности агрегируемых объектов, системе управления, полезному эффекту для энергосистемы и т.д.

Понятие ВЭС является очень близким к понятию микрогрид. Под микрогрид тоже понимают объединение энергоустановок, потребителей и других компонентов электрической сети в единую автоматизированную систему.

Принципиальное отличие ВЭС от микрогрид заключается в цели агрегации объектов. Цель микрогрид – это оптимизация энергозатрат внутри самой микросети за счет автоматического отслеживания, контроля и управления режимами производства, распределения и потребления электроэнергии (то есть, микрогрид создает экономическую выгоду только для своих объединенных объектов). Цель ВЭС – это получение максимальной выгоды не только для объединяемых объектов (владельцев источников РГ и других агрегируемых в ВЭС объектов), но и для крупной энергетической системы, с которой взаимодействует ВЭС (в качестве такой системы, как правило, выступает централизованная электрическая сеть).

Таким образом, основным отличием ВЭС от микрогрид является необходимость взаимодействия агрегируемых в ВЭС объектов с более мощной («большой») энергосистемой. Это взаимодействие может выражаться в решении технических проблем централизованной электрической сети (ЦЭС) – балансовом регулировании, снижении пиков нагрузки и т. д. (технические ВЭС – сопоставимы с электростанциями, используемыми для ведения режима в энергосистеме) или в передаче (продаже) излишков энергии из ВЭС в энергосистему (коммерческие ВЭС – сопоставимы с электростанциями, используемыми для выработки электроэнергии).

С технической точки зрения, отличие ВЭС от микрогрид выражается в необходимости электрического подключения агрегируемых объектов к более крупной сети [7].

С точки зрения режимов работы, отличительная особенность ВЭС с агрегируемыми источниками РГ – работа источников РГ на максимальную выдачу мощности (вне зависимости от уровня нагрузки, для покрытия которой они предназначены в первую очередь). Вырабатываемая источниками РГ мощность может быть перераспределена между соседними потребителями и полностью использована в самой ВЭС (при этом снижается потребление мощности от ЦЭС), или излишки мощности могут быть переданы (проданы) в ЦЭС. Положительный эффект для владельцев РГ заключается в возможности продажи излишков мощности, для других агрегируемых объектов – в возможности покупки электроэнергии по более дешевому тарифу, для ЦЭС – в возможности полезно использовать мощность, которая была зарезервирована для потребителей ВЭС (ВЭС «виртуально» предоставляет мощность ЦЭС) или даже получать мощность из ВЭС (объединенные источники РГ передают мощность в ЦЭС как одна электростанция) [7].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. European Virtual Fuel Cell Power Plant. System development, build, field installation and European demonstration of a virtual fuel cell power plant consisting of residential micro-CHP's // Management Summary Report. – Remscheid, Germany. – 2007. – 19 p.
2. Hennig, E. Die Idee des virtuellen Kraftwerks / Seminar Virtuelle Kraftwerke technische Voraussetzungen und Chancen, Unna. – 2004. – pp. 2-3.
3. Santjer, F. Grundlagen und konzept eines virtual-powerplant in Deutschland. /F.Santjer//DEWI Magazin.–2002.–№ 20.–pp. 37-42.
4. Lombardi, P. Optimal operation of a virtual power plant / P. Lombardi, M. Powalko, K. Rudion // 2009 IEEE Power & Energy Society General Meeting. – Calgary, Canada. – 2009. – pp. 1-6.

5. Ghavidel, S.A Review on the Virtual Power Plant: Components and Operation Systems / S. Ghavidel, L. Li, J. Aghaei, T. Yu, J. Zhu // 2016 IEEE International Conference on Power System Technology (POWERCON). – Wollongong, Australia. – 2016. – DOI: 10.1109/POWERCON.2016.7754037.

6. Olejnczak, T. Distributed generation and virtual power plants: barriers and solutions: master thesis. – Utrecht. – 2011. – 63 p.

7. Федоров, В.Н. Virtual Power Plant (VPP), как механизм повышения эффективности использования сетевой мощности. Москва, ОАО "Россети". [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.energyland.info/library-show-3706> (дата обращения: 21.01.2018).

**РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ АКТИВНО-АДАПТИВНЫХ СЕТЕЙ И  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УЧЕТА В УСТАНОВКАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ  
ГЕНЕРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ**

**Сидоров Д.В., Богов Ч.В., Габолаев В.В.**

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), кафедра «Электроснабжение промышленных предприятий»,  
362021, Россия, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44  
raen3@yandex.ru*

***Аннотация.** Статья посвящена описанию текущего технического состояния и информационного оснащения установок распределенной генерации и распределительных сетей напряжением 6 кВ, 10 кВ, 20 кВ и 35 кВ, а также современных тенденций их развития в рамках реализации в них концепций «Активно-адаптивной сети» (Smart Grid) и «Интеллектуального учета» (Smart Metering).*

**Ключевые слова:** Активно-адаптивные сети; Smart Grid; интеллектуальный учет; Smart Metering; технологические объекты; объекты электроэнергетики.

**IMPLEMENTATION OF SMART GRID AND SMART METERING CONCEPT IN  
DISTRIBUTED GENERATION PLANTS AND MEDIUM VOLTAGE DISTRIBUTION  
NETWORKS**

**Sidorov D.V., Bogov C.V., Gabolaev V.V.**

*The North Caucasian Institute of Mining and Metallurgy (State Technological University),  
department of industrial power supply, Russia, Vladikavkaz  
raen3@yandex.ru*

***Annotation.** The article is devoted to the description of the current technical condition and information equipment of distributed generation units and distribution networks with a voltage of 6 kV, 10 kV, 20 kV and 35 kV, as well as current trends in their development within the framework of the implementation of the concepts of "Active Adaptive Network" (Smart Grid) and "Intellectual Measurements" (Smart Metering).*

**Keywords:** Actively adaptive networks; Smart grid; distribution networks; Intelligent measurements; Smart metering; technological facilities; electric power facilities.

В настоящее время ввод новейших инженерных решений и, главным образом информационно-цифровых технологий в энергетической отрасли часто происходит именно в распределительных сетях (РС). В классах напряжения с 6 кВ по 35 кВ ключевыми посылами к этому служат инициативы различных субъектов и участников энергообмена распределительных сетей к увеличению их финансовой и технологической производительности. основополагающие тезисы в области обеспечения наибольшей энергоэффективности, управляемости, надежности и информационной открытости привели к созданию концепции Smart Grid - "Умные" сети направленной главным образом на РС [1].

Перспективная теория Smart Grid дает следующее определение РС: «Электрическая РС следующего поколения предназначена для устранения текущих недостатков в работе сетей за счет внедрения технических средств управления и мониторинга, т.е. должна быть построена на базе коммуникационных технологий. Кроме того, такая сеть должна быть способна к самовосстановлению в случае повреждения» [2].

Делая упор на основные тезисы теории, в отрасли начинают прилагать усилия к симбиозу разнообразного технологического оснащения и информационной надстройки, позволяющей реализовывать наблюдение и регулирование производства, передачи и потребления электроэнергии [3].

Значимость обеспечения взаимосвязи работы технологического оснащения и информационных потоков с синхронной обработкой крупных массивов измерительных данных и отображением нужных сведений привела к выходу в свет иной концепции – Smart Metering ("Умные" измерения) [2], которая должна являться составляющей концепции Smart Grid. Ожидается, что синергетический эффект от внедрения обеих концепций будет умножаться из-за рыночных механизмов взаимодействия разных владельцев РС между собой. Вследствие чего результат может быть достигнут не только явный – для конкретного субъекта РС, но и косвенный - общесистемный эффект [4].

На территории Российской Федерации внедрение компонентов Smart Grid в настоящее время осуществляется технологическим перевооружением распределительных сетей. Вопросы увеличения надежности электропитания клиентов, являются приоритетными у сетевых компаний и находят решение с вводом в работу передовых автоматизированных реклоузеров, заменой устаревших масляных и маломасляных выключателей вакуумными (к примеру решение-retrofit АО «ГК Таврида Электрик»). Прогрессивные коммутационные устройства имеют большой ресурс и не требуют постоянного обслуживания.

Смысл обновления коммутационной техники и увеличения совокупного количества силовых выключателей в РС заключается в понижении рисков несрабатывания аппаратуры при коротких замыканиях (КЗ), ускорении устранения аварийных отключений и

неполной автоматизации

участков сетей.

В настоящее время совокупное количество современной коммутационной техники в распределительных сетях остается невысоким, тем не менее объемы недавно установленной и замененной аппаратуры увеличиваются. На рисунке 1 представлено процентное распределение современных коммутационных аппаратов, в том числе реклоузеров, по уровням сети.

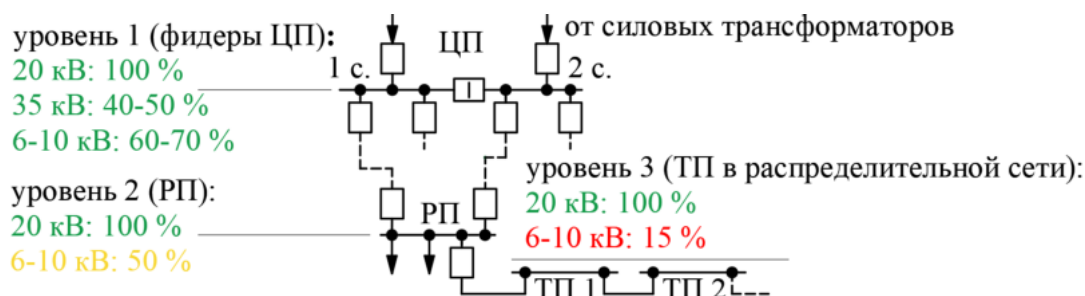


Рис. 1 – Процентное распределение современных коммутационных аппаратов (в т.ч. реклоузеров) по уровням сети.

В настоящее время укомплектованность современной коммутационной аппаратурой участков распределительных сетей, отходящих от шин центров питания-подстанций или распределительных подстанций городских сетей все еще остается весьма недостаточной. Недавно построенные распределительные сети напряжением 20 кВ, широко используемые в других странах (активно строящиеся в европейской части Российской Федерации) снабжаются передовой коммутационной аппаратурой еще на этапе постройки. Однако в сетях 35 кВ используются одновременно и вакуумные выключатели и газовые (с элегазом SF<sup>6</sup> или SO<sup>2</sup>). Прослеживается уменьшение степени оснащённости участков распределительных сетей передовой коммутационной аппаратурой при движении от центров питания к распределительным подстанциям и далее к трансформаторным подстанциям. Нужно отметить, что динамика роста количества передового коммутационного оборудования, ежегодно устанавливаемых в сетях 6 кВ, 10 кВ и 35 кВ (рисунок 1: уровень 3), исключая сети 20 кВ, представляется позитивной (рисунок 2).

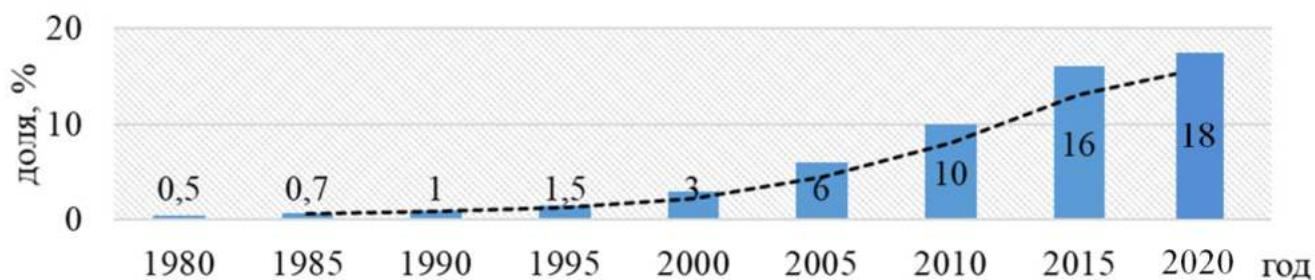


Рис. 2 – Рост процента вакуумной коммутационной аппаратуры в энергосистеме РФ.

Доля распределительных сетей, полностью оборудованных современными выключателями, в настоящее время составляет меньше 0,5%. К ним относятся опытные полигоны "умных" сетей, сооружаемые и обслуживаемые крупными компаниями (Siemens, SchneiderElectric, и др.) в рамках внедрения стандарта FacilitySmartGridInformationModel (FSGIM) в РС [5]. Среди таких полигонов можно выделить: PacificGasandElectric, Energy SmartMiami, AmericanElectricPower и новые участки сетей с напряжением 20 кВ, внешние и внутризаводские распределительные сети современных больших компаний. Потому воплотить в жизнь компоненты концепции "умных" сетей и внедрить разрабатываемые системы управления легче в сетях современных крупных предприятий, имеющих хорошую техническую оснащенность и на новых участках сетей напряжением 20 кВ.

Увеличение надежности электроснабжения автономных потребителей в последние годы достигалось за счет установки доступных устройств для генерации и накопления электроэнергии. К этим системам относятся: потребительские мобильные газопоршневые, дизель-генераторные и высоко маневренные газотурбинные установки, а также источники генерации, которые работают на возобновляемых источниках энергии. Последние стимулируют возникновение и развитие систем накопления энергии из-за большой естественной неустойчивости возобновляемых источников (солнца, ветра и волн). К перечисленным системам применим термин «децентрализованная генерация» (или распределенная генерация) [6]. В дополнение к повышению надежности, появление систем распределенной генерацией в распределительных сетях связано с желанием потребителей снизить затраты на энергоснабжение. Крупнейшие компании по добыче и переработке нефти и газа (Exxon Mobile, ПАО«Лукойл», ПАО«Татнефть»), металлургические заводы (например ПАО«ММК») и компании по производству портативной электроники (General Campus Park, Apple Inc.) продемонстрировали наибольший рост числа потребительских генерирующих систем.

Развитие генерации в распределительных сетях потенциально открывает новые возможности для управления передачей реактивной и активной мощности. Кроме того, по мере развития рыночных механизмов для розничного рынка, установка источников генерации для потребителей постепенно становится экономически обоснованной.

Вместе с распределенной генерацией в сетях 6-35 кВ начинают получать распространение быстродействующие источники для гибкой компенсации реактивной мощности.

В связи с этим устройства РПН, которые достигли конца своего срока службы, выводились из эксплуатации отключением от автоматики и закреплением в одной отпайке.



Однако в последние годы ремонт устройств РПН постепенно возобновился. Ремонтные работы проводятся во время комплексного технического обслуживания силовых трансформаторов или во время реконструкции подстанций. В последнем случае устройства РПН могут быть дооснащены устройствами дистанционного управления, с помощью которых устройства РПН могут переключать отпайки удаленно, без проведения работ оперативно-выездными бригадами.

В рамках реализации концепции интеллектуального учета (Smart Metering) в распределительных сетях, измерительные векторные устройства (PMU, WAMS), блоки регистрации аварийных событий, измерительные устройства в релейной защите и автоматике, а также автоматизированные информационно-измерительные системы (АИИС) для коммерческого (-КУЭ) и технических (-ТУЭ) учета электроэнергии должны интегрироваться в единую систему сбора-передачи информации (ССПИ). Автоматизированные системы учета (они же биллинговые системы) основаны на микропроцессорных счетчиках электроэнергии с возможностью двухстороннего обмена информацией. В распределительных сетях эти системы учета, прежде всего, предназначены для выполнения функций балансового контроля, а наиболее важными фиксируемыми параметрами являются энергия и мощность [7].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобец, Б.Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid / Б.Б. Кобец, И.О Волкова. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
2. Нестеров, И.М. Smart Metering в концепции Smart Grid [Электронный ресурс] / И.М. Нестеров // Фонд ЦСР «Северо-Запад»: [сайт]. URL: [http://www.csr-nw.ru/files/csr/file\\_content\\_1316.pdf](http://www.csr-nw.ru/files/csr/file_content_1316.pdf)
3. Пинчук, А., Концепция «Интернет вещей»: две актуальные задачи реализации / А. Пинчук, С. Мальцев, Н. Соколов, В. Фрейнкман // Первая миля. – 2016. – №8. – С. 56-65.
4. Постановление Правительства РФ от 23 января 2015 г. № 47 “О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам стимулирования использования возобновляемых источников энергии на розничных рынках электрической энергии”.
5. Steven T. Bushby, Information Model Standard for Integrating Facilities with Smart Grid BACnet ® Today & the Smart Grid | A Supplement to ASHRAE Journal November 2011, pp. 18.

6. Самойленко, В.О. Силовые полупроводниковые системы для нужд малой генерации / В.О. Самойленко, А.В. Паздерин // Промышленная энергетика. – 2014. – №11. – С. 31-35.
7. Chakraborty S., Simoes M.G., Kramer W.E. Power Electronics for Renewable and Distributed Energy Systems. – Green Energy and Technology, Springer- Verlag, London, 2013.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ СТЕКЛОФАЗЫ В ГЛИНАХ В УСЛОВИЯХ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАГРЕВА

**Бессмертный В.С.<sup>1</sup>, Здоренко Н.М.<sup>2</sup>, Брагина В.С.<sup>3</sup>, Варфоломеева С.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Отдел развития бизнес-идей научно-исследовательского центра АНО ВО «Белгородский университет кооперации, экономики и права», кандидат технических наук,

г. Белгород, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород, Россия

**Аннотация.** Исследован процесс образования и накопления силикатного расплава в глине Белгородского месторождения с высоким содержанием монтмориллонита. Две партии образцов термообрабатывались в условиях неизотермического нагрева при скоростях  $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$  и  $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{мин}$ . С использованием рентгенофазового анализа с помощью внешнего эталона определялось количество стеклофазы в спеченной глине. На основе полученных данных были построены зависимости образования и накопления силикатного расплава от температуры и времен нагрева. С помощью интегральной методики неизотермической кинетики рассчитаны кинетические параметры процесса образования и накопления силикатного расплава с спеченной глине. Процесс удовлетворительно описывается уравнением формальной кинетики. Установлены закономерности изменения энергии активации и предэкспоненциального множителя от количества образовавшейся стеклофазы в спеченной керамике, что позволяет создать энергосберегающую технологию.

**Ключевые слова:** энергосбережение глины; спекание; неизотермический нагрев; интегральная методика неизотермической кинетики; кинетические параметры образования стеклофазы.

## INVESTIGATION OF GLASS PHASE FORMATION IN CLAYS UNDER NON-ISOTHERMAL HEATING

**Bessmertny V.S.<sup>1</sup>, Zdorenko N.M.<sup>2</sup>, Bragina V.S.<sup>3</sup>, Varfolomeeva S.V.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Department of technology and equipment in metallurgy and mechanical engineering of the Starooskolsky technological Institute named after A. A. UGAROV (branch) National research technological University "MISIS", doctor of technical Sciences, Professor, Belgorod, Russia

<sup>3</sup>Belgorod state technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

**Annotation.** *The process of formation and accumulation of silicate melt in the clay of the Belgorod Deposit with a high content of montmorillonite is studied. Two batches of samples were heat-treated under non-isothermal heating conditions at speeds of 5 S 0/min and 10 s 0/min. Using x-ray phase analysis, the amount of glass phase in the sintered clay was determined using an external standard. Based on the obtained data, the dependences of the formation and accumulation of silicate melt on the temperature and heating times were constructed. The kinetic parameters of the formation and accumulation of silicate melt in sintered clay are calculated using the integral method of non-isothermal kinetics. The process is satisfactorily described by the equation of formal kinetics. The regularities of changes in the activation energy and the pre-exponential multiplier from the amount of formed glass phase in sintered ceramics are established, which makes it possible to create an energy-saving technology.*

**Keywords:** energy saving clay; sintering; non-isothermal heating; integrated method of non-isothermal kinetics; kinetic parameters of glass phase formation.

В настоящее время остро стоит проблема в области поиска новых месторождений бентонитовых глин для производства окатышей и исследования местных источников сырья, так как действующие месторождения в РФ и странах СНГ истощены (Зырянское (Курганская область), «10-й хутор» (Хакасия), Дыш-Салахнинское (Азербайджан).

Основным компонентом бентонитовых глин является глинистый минерал монтмориллонит, а также в их состав входят группасмектитовых минералов: бейделит, нонтротит, волоконскоит, сапонит, гекторит, соконит, стивенсит, медмонтин [1, 2].

Известно, что при нагреве монтмориллонитовых глин наблюдаются: эндотермический эффект ( $t=130-160^{\circ}\text{C}$ ), связанный с потерей межслоевой воды, эндотермический эффект ( $t=680-710^{\circ}\text{C}$ ), объясняемый удалением конституционной воды, и эффект, сопровождающийся образованием кристаллической фазы-шпинели ( $t=900-920^{\circ}\text{C}$ ). Кроме того, при повышении температуры до  $1300-1400^{\circ}\text{C}$  может образоваться кристобалит и муллит, а также интенсивно образовываться и накапливаться аморфная фаза или силикатный расплав, который при охлаждении переходит в стеклофазу [3-5]. Количество стеклофазы во многом определяет прочностные характеристики конечного продукта, в частности окатышей [6,7].

В ходе исследований с помощью рентгенофлуорисцентного метода с использованием спектрометра APL 9900 «Thermoscientific» был установлен химический состав глины

Белгородского месторождения (Терновка), а ее минеральный состав – рентгенофазовым анализом с использованием дифрактометра APLXTRA. Дифференциально-термогравиметрический анализ образцов данной глины проводили на термоанализаторе SETARAMTGA 92-24 в инертной атмосфере.

Для получения необходимого экспериментального массива из глины готовили образцы в виде цилиндров высотой 40 мм диаметром 15 мм, которые нагревали в печи с нагревателями из SiC до температуры 1753К при скорости нагрева 5 °С/мин и 10 °С/мин.

Первую партию образцов из глины в виде цилиндров (10 штук) термообработывали со скоростью нагрева печи равном 10 °С/мин. Для фиксации стеклофазы в данных образцах проводили их закаливание в воде со льдом, как только были они нагреты до следующих температур: 1323, 1373, 1423, 1473, 1523, 1573, 1623, 1673 и 1753К. Аналогичные эксперименты проведены на 10 образцах из глины в виде цилиндров со скоростью нагрева печи равном 5 °С/мин. Полученные зависимости образования стеклофазы от температуры нагрева образцов представлены на рисунке 1.

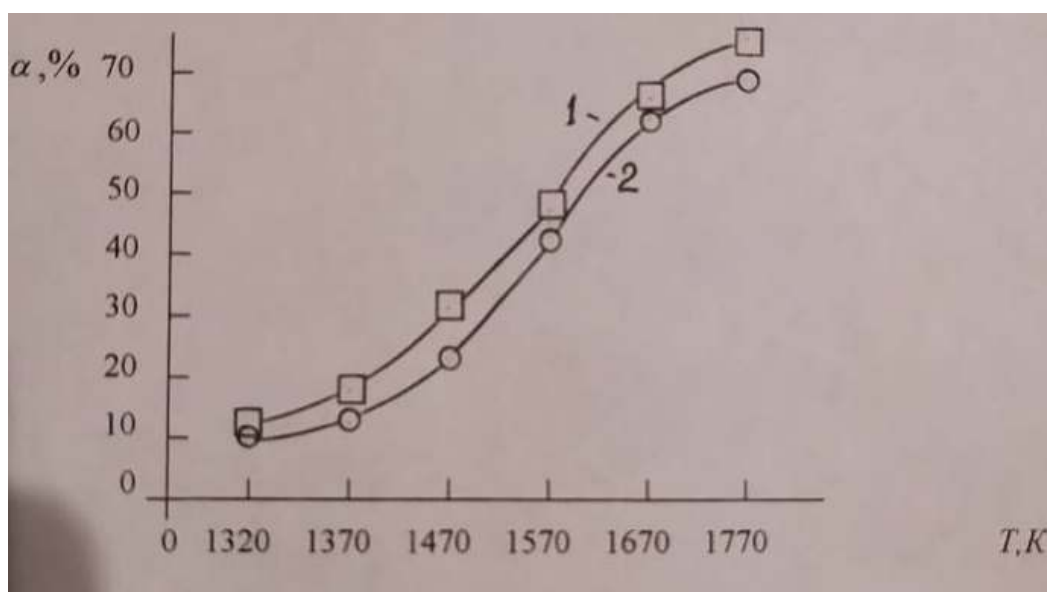


Рис. 1 – Зависимость количества образовавшейся стеклофазы от температуры нагрева образцов: 1-скорость нагрева 5 °С/мин; 2-скорость нагрева 10 °С/мин.

Химический и минералогический составы глины Белгородского месторождения (Терновка) представлены в таблице 1 и таблице 2 соответственно.

Таблица 1 – Химический состав глины Белгородского месторождения (Терновка)

Массовое содержание, %									
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	п.п.п
64,8	117,2	3,5	0,5	1,9	1,4	1,6	0,5	0,2	8,4

Таблице 2 – Минеральный состав глины Белгородского месторождения(Терновка)

Содержание минералов, масс %								
Монт-мориллонит	Каолинит	Гидро-слода	Хлорит	Кварц	Полевой шпат	Карбонаты	Оксиды железа	Органическое вещество
45	10	16	5	12	3	2	4	3

Зависимость количества образовавшейся в спеченной глине стеклофазы от температуры описывали ортогональным полиномом Чебышева. Аналитические выражения  $Z=f(T)$  для скорости нагрева 10 °С/мин и 5 °С/мин соответственно имеют вид:

$$Z_1 = (0,31 \cdot 10^{-10}) \cdot T_1^4 + (-0,19 \cdot 10^{-6}) \cdot T_1^3 + (0,47 \cdot 10^{-3}) \cdot T_1^2 + (0,49 \cdot T_1) + 0,19 \cdot 10^3$$

$$Z_2 = (0,93 \cdot 10^{-11}) \cdot T_2^4 + (-0,74 \cdot 10^{-7}) \cdot T_2^3 + (0,22 \cdot 10^{-3}) \cdot T_2^2 + (-0,28 \cdot T_2) + 0,12 \cdot 10^3$$

Для расчета энергии активации использовали интегральную методику неизотермической кинетики [8,9]

Энергию активации образования стеклофазы рассчитывали по выражению:

$$\frac{\int_{T_0}^{T_1} \exp\left(-\frac{E}{RT_1}\right)}{\int_{T_0}^{T_2} \left(-\frac{E}{RT_2}\right)} = \frac{q_1}{q_2}$$

Где E-энергия активации; КДж/моль

q1 и q2 – скорость нагрева, равное 5 °С/мин и 10 °С/мин.

R- универсальная газовая постоянная, равная 8,314 кДж/моль\*К

Аналитическое выражение  $E=f(z)$  для исследуемого процесса имеет вид:

$$E = -0,17 \cdot 10^6 \cdot Z^3 + 0,13 \cdot 10^8 \cdot Z^2 + (-0,18 \cdot 10^7) \cdot Z + 0,65 \cdot 10^5$$

В связи с тем, что процесс перехода тел из кристаллического состояния в жидкое относят к реакциям первого порядка [10,11], использована модель:

$$F(z) = (1-Z)^n$$

Расчеты показали, что процесс образования и накопления стеклофазы в спеченной глине удовлетворительно описывается выражением:  $Z = K_0 \cdot \exp(-E/RT) \cdot (1-Z)^3$ .

Параметр  $K^0$  в зависимости от количества образовавшейся стеклофазы лежит в пределах  $8,98 \cdot 10^4 - 2,9 \cdot 10^{15}$ .

Проведенные исследования позволили количественно описать процесс образования и накопления стеклофазы в спеченной керамике, оптимизировать процессы термообработки глинистого сырья и создать энергосберегающую технологию.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Августиник А. И. Керамика. Изд. 2-е, перераб. и доп. Л., Стройиздат (Ленингр. отделение), 1975, 592 с. ил.
2. Павлов В.Ф. Физико-химические основы обжига изделий строи тельной керамики. М., Стройиздат, 1976. 240 с.
3. Бессмертный В.С. Научные основы формирования потребительских свойств изделий из керамики и стекла, обработанных факелом низкотемпературной плазм //автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Московский университет потребительской кооперации. Москва, 2004. С.51
4. Семененко, С.В. Стеновая керамика на основе техногенных отходов промышленности (новые составы и технология плазменной обработки): Монография / С.В. Семененко, В.С. Бессмертный, О.Н. Соколова. - Воронеж:Научная книга, 2006. -128с.
5. Бессмертный В.С., Ильина И.А., Бондаренко Н.И. Плазменное глазурование стеновых строительных материалов автоклавного твердения Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 5. С. 110.
6. Бессмертный В.С., Жерновой Ф.Е., Дорохова Е.С., Изотова И.А. Методология разработки состава и прогнозирования свойств композита на основе стекольного боя // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 3. С. 130-134.
7. Bessmertnyi V.S. Plasma treatment of glasses (a review)// Glass and Ceramics. 2000. Т. 58. № 3-4. С. 121-124.
8. ТепловВ.И., ПанасенкоВ.А., БоряевВ.Е., БелецкаяН.М., БессмертныйВ.С., ПехтереваН.Т., ЛяшкоА.А., ВолошкоН.И., ДюминаП.С., МарченкоО.Б., ПонамареваВ.Е., СемененкоС.В., СниткоА.П., УдаловаЛ.П., ХодыкинА.П. Коммерческоетовароведение / Москва, 2010. (4-еиздание, переработанноеидополненное). С. 696.
9. Бессмертный В.С., Лесовик В.С., Бондаренко Н.И., Антропова И.А., Ильина И.А. Инновационная технология глазурования изделий из бетона // Успехи современного естествознания. 2013. № 2. С. 107-108.
10. Бондаренко Н.И., Бессмертный В.С., Стадничук В.И., Вдовина С.Ю. Получение защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона методом плазменного

напыления // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 121-123.

11. Бессмертный В.С., Пучка О.В., Коменов С.А., Бондаренко Н.И., Табит Салим А.А. Плазмохимическая модификация стеновых строительных материалов с отходами стеклобоя и отходами обогащения железистых кварцитов КМА // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 21-24.



**ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ  
В ПОЛИМИНЕРАЛЬНОЙ ГЛИНЕ В УСЛОВИЯХ  
НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАГРЕВА**

**Бессмертный В.С.<sup>1</sup>, Бондаренко М.А.<sup>2</sup>, Кочурин Д.В.<sup>2</sup>, Брагина В.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород, Россия

***Аннотация.** Исследована кинетика спекания полиминеральной глины в неизотермических условиях. Количественно описан процесс спекания глин при скоростях нагрева 7,5°С/мин и 3,75°С/мин. С использованием дифференциальной методики неизотермической кинетики рассчитаны кинетические параметры процесса спекания. Полученные зависимости позволят создать энергосберегающие технологии.*

**Ключевые слова:** Энергосбережение; глины; спекание глин; кинетические параметры процесса спекания; спекание в неизотермических условиях.

**INVESTIGATION OF THE KINETICS OF PHASE TRANSFORMATIONS  
IN POLYMINERAL CLAY UNDER NON-ISOTHERMAL HEATING CONDITIONS**

**Bessmertny V.S.<sup>1</sup>, Bondarenko M.A.<sup>2</sup>, Kochurin D.V.<sup>2</sup>, Bragina V.S.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Belgorod state technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

***Annotation.** The kinetics of sintering of polymineral clay under non-isothermal conditions is studied. The process of clay sintering at heating rates of 7.5°C/min and 3.75°C/min is described quantitatively. The kinetic parameters of the sintering process are calculated using the differential method of non-isothermal kinetics. The resulting dependencies will allow you to create energy-saving technologies.*

**Keywords:** energy saving; clays; sintering of clays; kinetic parameters of the sintering process; sintering under non-isothermal conditions.

В настоящее время в РФ, в связи с истощением месторождений высококачественных глин, актуальным направлением является изыскание местных источников глинистого сырья.

Создание энергосберегающих и бережливых технологий позволяет повысить конкурентоспособность продукции как на внутреннем, так и на внешнем рынках [1, 2]. Одним из перспективных направлений энергосбережения является использование нетрадиционных источников энергии и местных источников сырья [3-5].

В качестве объекта исследования использована полиминеральная глины Бессоновского месторождения Белгородской области. Химический и минералогический состав глины представлен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав глины Бессоновского месторождения

Наименование	Массовое содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	П.П.П.
Глина Бессоновского месторождения	67,5	14,3	4,5	0,4	4,3	1,8	0,90	0,60	0,3	54

Таблица 2 – Минералогический состав глины Бессоновского месторождения

Наименование	Массовое содержание								
	каолин	монтмориллонит	гидроslюда	хлорит	кварц	полевой шпат	карбонаты	оксиды железа	органическое вещество
Глина Бессоновского месторождения	25	10	26	4	16	2	8	5	4

Для исследований готовили образцы методом полусухого прессования из глины Бессоновского месторождения Белгородской области в виде цилиндров диаметром 12 мм и высотой 40±1 мм. После сушки образцы нагревали до 1673 К на дериватографе системы Паулик и Эрдей с дилатометрической приставкой со скоростями 3,75 и 7,5 К/мин.

Результаты исследования кинетики усадки представлены на рисунке 1 и 2. Как видно из рисунка 1, максимальная усадка образцов составляла 4%. При повышении температуры выше 1600 К образцы деформировались в результате вспучивания и значительного накопления в них силикатного расплава и существенного снижения вязкости. По этой причине не удастся спечь полимерные глины до пористости, близкой к нулю.

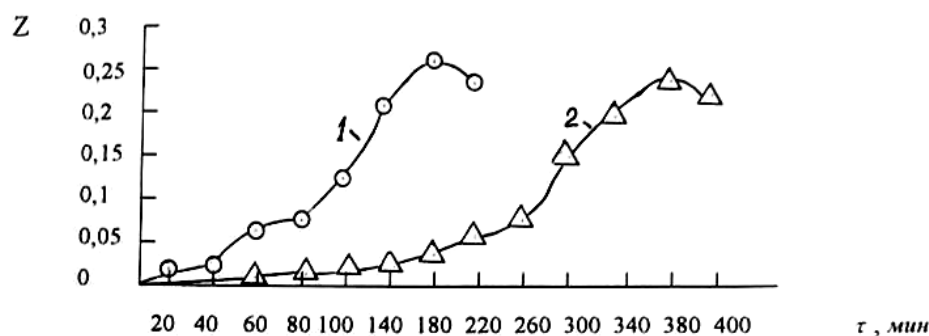


Рис. 1 – Зависимость усадки от времени при скорости нагрева (К/мин): 1 / скорость нагрева 7,5 град/мин; 2 - скорость нагрева 3,75 град/мин.

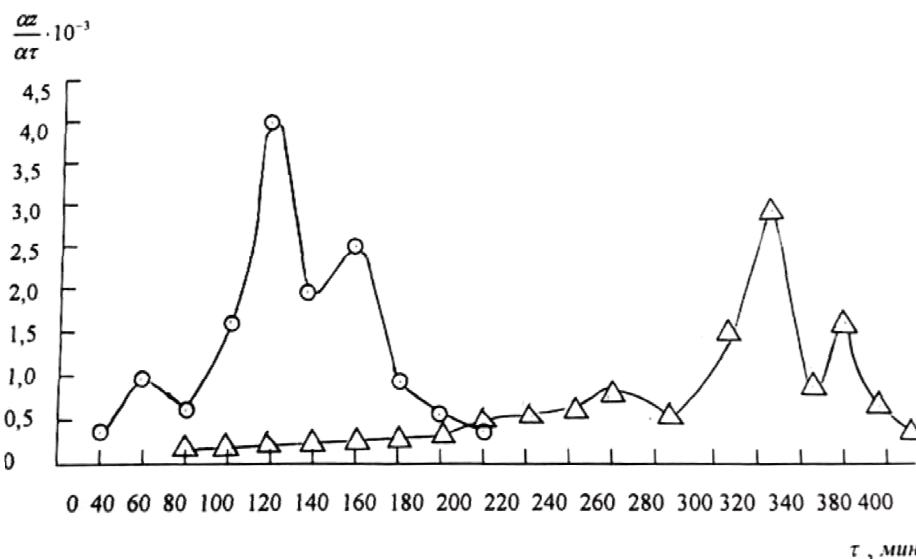


Рис. 2 – Зависимость скорости процесса спекания от времени при скоростях нагрева (К/мин); 1- скорость нагрева 7,5 град/мин; 2 – скорость нагрева 3,75 град/мин

Для характеристики процесса спекания использовали безразмерный параметр:

$$Z = 1 - \frac{Y}{Y_{max}} \quad (1)$$

где  $Y$  – текущая усадка;

$Y_{max}$  – максимально-возможная усадка.

Характер дифференциальных кривых параметра  $Z$  позволяет заключить, что процесс спекания глины характеризуется тремя четко выраженными стадиями (рис. 2), что подтверждено также рядом исследований [6]. Энергию активации каждой их трех последовательных стадий спекания рассчитывали методом неизотермической кинетики [7, 8]. Рассчитанные параметры спекания глины представлены в таблице 3.

В общем виде процесс спекания описывается выражением:

$$\frac{dZ}{d\tau} = K_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) F(Z) \quad (2)$$

где  $K_0$  – предэкспоненциальный множитель,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$E$  – энергия активации, кДж/моль;

T – температура, К;

R – универсальная газовая постоянная, кДж/мольК;

F(Z) – механизм процесса.

По выражению (2) рассчитывали значения  $dZ/dt$  и сравнивали с экспериментально полученными величинами для каждой из трех стадий спекания при двух скоростях нагрева (табл. 3). Как видно из таблицы 3 в начале первого этапа спекания расчетные и экспериментальные данные хорошо совпадают. Расхождения между расчетными и экспериментальными данными в конце 1-го этапа спекания объясняются следующими причинами. В начале процесса спекания протекает практически один основной физико-химический процесс – это дегидратация глинистых минералов. Данный процесс удовлетворительно описывается кинетическим уравнением, характеризующим его как автокаталитическое.

Таблица 3– Расчетные и экспериментальные значения скорости процесса усадки

Этап спекания	1-Z	Скорость нагрева 3,75 К/мин		Скорость нагрева 7,5 К/мин	
		$dZ/dt_{\text{эксп.}}$	$dZ/dt_{\text{расч.}}$	$dZ/dt_{\text{эксп.}}$	$dZ/dt_{\text{расч.}}$
I	0,094	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$0,71 \cdot 10^{-4}$	$3,19 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$
	0,0141	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,59 \cdot 10^{-4}$	$3,95 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
	0,0282	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$3,8 \cdot 10^{-4}$	$10,15 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
	0,0329	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$15,98 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$
	0,0470	$10,5 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$31,10 \cdot 10^{-4}$	$18,3 \cdot 10^{-4}$
II	0,0799	$0,51 \cdot 10^{-3}$	$0,29 \cdot 10^{-3}$	$1,13 \cdot 10^{-3}$	$1,13 \cdot 10^{-3}$
	0,0893	$0,56 \cdot 10^{-3}$	$0,42 \cdot 10^{-3}$	$1,75 \cdot 10^{-3}$	$1,63 \cdot 10^{-3}$
	0,1034	$0,73 \cdot 10^{-3}$	$0,65 \cdot 10^{-3}$	$2,69 \cdot 10^{-3}$	$2,24 \cdot 10^{-3}$
	0,1222	$0,99 \cdot 10^{-3}$	$0,91 \cdot 10^{-3}$	$3,87 \cdot 10^{-3}$	$2,90 \cdot 10^{-3}$
	0,1786	$1,97 \cdot 10^{-3}$	$1,97 \cdot 10^{-3}$	$3,90 \cdot 10^{-3}$	$4,90 \cdot 10^{-3}$
III	0,2209	$0,66 \cdot 10^{-3}$	$1,04 \cdot 10^{-3}$	$1,20 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$
	0,2256	$1,03 \cdot 10^{-3}$	$1,17 \cdot 10^{-3}$	$1,84 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-3}$
	0,2303	$1,41 \cdot 10^{-3}$	$1,27 \cdot 10^{-3}$	$3,10 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$
	0,2350	$1,70 \cdot 10^{-3}$	$1,37 \cdot 10^{-3}$	$2,82 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$
	0,2397	$2,07 \cdot 10^{-3}$	$1,43 \cdot 10^{-3}$	$1,69 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$

Однако на завершающей стадии 1-го этапа спекания к процессу дегидратации присоединяются и ряд других характерных процессов, таких как начало образования жидкой фазы и кристаллических фаз. Эти процессы, в конечном итоге и отвечают за расхождение расчетных и экспериментальных данных на завершающей стадии 1-го этапа спекания. Коэффициент корреляции на II и III стадиях спекания лежит в пределах 0,78-0,86, а на 1-только 0,70.

Первую стадию спекания относят к процессу дегидратации глинистых минералов с образованием различных промежуточных фаз. В настоящее время данный вопрос остается открытым и однозначно не решен. Предполагают, что каолинит разлагается с образованием метакаолинита,  $\gamma - \text{Al}_2\text{O}_3$  и рентгеноаморфного кремнезема, а монтмориллонит – на шпинели

с широким рядом замещений [9,10]. Процесс удовлетворительно описывается выражением, которое характеризует автокаталитические процессы, что в нашем случае вполне может иметь место (табл. 4). Образование промежуточных фаз может оказывать существенное влияние на скорость процесса спекания. Данная стадия спекания является наиболее важной в технологии плазменной декоративной обработки стеновой керамики, так как именно в данном температурном интервале возрастает вероятность образования различных усадочных трещин и еще не достигаются условия для их залечивания.

Вторая стадия спекания характеризуется накоплением жидкой фазы, первичного муллита, шпинелей, гематита и других фаз. Следовательно, для этой стадии характерно одновременное протекание различных процессов. По этой причине выявить лимитирующую стадию в данном температурном интервале весьма затруднительно, в связи с чем процесс спекания может быть удовлетворительно описан уравнением формальной кинетики (табл. 4).

Третья стадия протекает в высокотемпературной области (1400 К) с образованием значительного количества силикатного расплава и газовых включений. Данная стадия характеризуется процессом частичного перехода кристаллических фаз (кварц, муллит, шпинель и т.д.) в жидкую фазу, количество которой достигает 60-70%. Данная стадия удовлетворительно описывается механизмом зародышеобразования. В нашем случае в расплаве образуется значительное количество ликваций – участков силикатного расплава с существенно различными значениями вязкости и химического состава [11, 12]. В данном температурном интервале отмечено также образование вторичного муллита, но по-видимому, стадия образования ликваций в расплаве является лимитирующей.

В результате проведенных исследований количественно описан один из наиболее трудно управляемых процессов – спекание с участием жидкой фазы. Это позволит рассчитать минимальное время спекания полиминеральных глин и разработать энергосберегающую и бережливую технологию.

Таблица 4– Кинетические параметры спекания глины Бессоновского месторождения

Этап спекания	Усадка, %	Температурный интервал, К	Энергия активации, кДж/моль	К, мин <sup>-1</sup>	Механизм процесса	n, m
I	до 1,0	873-1173	115±15	$3,39 \cdot 10^2$	$Z^n(1-Z)^m$	n=0,01 m=0,050
II	1,0-3,0	1223-1423	168±20	$1,93 \cdot 10^4$	$(1-Z)^n$	n=1,1
III	3,0-4,0	1423-1673	149±15	$3,85 \cdot 10^2$	$e^{nz}$	n=1,0

Подтверждена мысль академика А.С. Бережного, утверждающая, что процесс, идущий в своем развитии по различным механизмам, имеет различные значения кажущихся энергией активации [13]. Удалось конкретно выделить три существенных этапа спекания,

протекающих по индивидуальным механизмам с различными энергетическими порогами. Полученные кинетические уравнения позволят с достаточной достоверностью подбирать и прогнозировать температурно-временной режимы обработки керамических материалов на основе легкоплавких глин.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Production of glass microspheres using the plasma-spraying method / Bessmerthnyi V.S., Krokhin V.P., Lyashko A.A., Drizhd N.A., Shekhovtsova Zh.E. // Glass and Ceramics. 2001. Т. 58. № 7-8. С. 268-269.
2. Получение защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона / Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Н.И. Белгород, 2012. – 120 с.
3. Glazed wall ceramics using kma waste / Krokhin V.P., Bessmertnyi V.S., Panasenko V.A., Nikiforov V.M., Shvyrkina O.N. // Glass and Ceramics. 1998. Т. 55. № 7-8. С. 222-223.
4. Инновационная технология глазурования изделий из бетона / Бессмертный В.С., Лесовик В.С., Бондаренко Н.И., Антропова И.А., Ильина И.А. // Успехи современного естествознания. 2013. № 2. С. 107-108.
5. Разработка и опытная апробация технологии облицовочного стеклокерамического композита / Дорохова Е.С., Изотова И.А., Жерновой Ф.Е., Бессмертный В.С., Жерновая Н.Ф. // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова . 2016. № 1. С. 138-143.
6. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики / В.Ф. Павлов. – М.: Стройиздат, 1977. - 200 с.
7. Исследование формирования стеклофазы в силикатной керамике / В.М. Гропянов, В.Н. Зернов, В.С. Бессмертный и др. // Журнал прикладной химии. 1983. Т. 56. № 12. С. 2745-2746.
8. Исследование кинетики формирования стеклофазы при обработке керамики низкотемпературной плазмой / В.М. Гропянов, И.И. Немец, В.С. Бессмертный и др. // Конструкция и технология получения изделий из неметаллических материалов. Ч. 1. Жаропрочные керамические материалы. – ВНИИМИ. 1982. С. 110-116.
9. Августиник А.И. Керамика.– Л.: Стройиздат, 1975. - 591 с.
10. Термодинамика силикатов / В.И. Бабушкин, Г.М. Матвеев, О.П. Мчедлов-Петросян. – М.: Стройиздат, 1972. - 351 с.
11. Явления ликвидации в стеклах / Н.С. Андреев, О.В. Мазурин, Е.А. Порай-Кошиц. – Л.: Наука, 1974. - 219 с.

12. Бартнев Г.М. Сверхпрочные и высокопрочные неорганические стекла. – М.: Стройиздат, 1974. - 240 с.

13. Бережной А.С. Многокомпонентные системы окислов. – Киев: Наукова думка, 1970. - 544 с.

## РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПОДСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

**Гаврина О.А., Тедеев Г.В., Цопанов М.Д., Шамаев О.В.**

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», Россия, г. Владикавказ  
362021, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44  
kluev-roman@rambler.ru, Gavrina-Oksana@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье выполнен расчет заземляющих устройств подстанции с учетом низких температурных режимов в условиях вечной мерзлоты.

**Ключевые слова:** заземляющее устройство; напряжение прикосновения; удельное сопротивление; нейтраль.

## CALCULATION OF SUBSTATION GROUNDING DEVICES IN THE HARD NORTH CONDITIONS

**Gavrina O.A., Tedeev G.V., Copanov M.D., Shamaev O.V.**

*North Caucasian Institute of mining and metallurgy (State Technological University), Russia, Vladikavkaz  
kluev-roman@rambler.ru, Gavrina-Oksana@yandex.ru*

**Annotation.** In the article, the calculation of the grounding devices of the substation is carried out, taking in to account low temperature conditions in permafrost conditions.

**Keywords:** grounding device; touch tension; resistivity; neutral.

В районах Крайнего Севера существуют особенности температурных режимов земли. Отрицательная температура определяет наличие многолетнемерзлых грунтов. В вертикальном разрезе почвы выделим следующие слои:

- деятельный слой земли: толщиной от 0,7 до 2,5 м. В этом слое температура изменяется от плюсовых до минусовых значений;
- аккумуляционный слой: для него характерны постоянные минусовые температуры, но они изменяются в зависимости от времени года;
- подстилающий слой: вечная мерзлота;
- основные грунты.



В соответствии с изменением температурных слоев изменяется и удельное сопротивление земли. Таким образом, основная трудность в обеспечении электробезопасности обусловлена высоким удельным сопротивлением поверхностных слоев земли и неопределенностью значений удельного сопротивления при расчете заземляющего устройства (ЗУ).

Подход к решению вопроса электробезопасности в соответствии с требованиями ПУЭ зависит от номинального напряжения и режима заземления нейтрали. В сетях 110 кВ принят режим глухого заземления нейтрали. Токи однофазного КЗ соизмеримы с токами трехфазного КЗ. Поэтому в сетях с глухозаземленной нейтралью напряжения прикосновения могут достичь опасных значений. Именно исходя из вероятности поражения от действия напряжения прикосновения, ПУЭ предписывает, чтобы сопротивление ЗУ не превышало 0,5 Ом. Для обеспечения этого значения сопротивления необходимы большие материальные затраты. В средней полосе России затраты на сопротивление заземления равное 0,5 Ом в общей стоимости ГПП не превышают 0,5 %. Если в электроустановках Крайнего Севера обеспечить сопротивление ЗУ  $R_{\Sigma} = 0,5$  Ом, то затраты на выполнение ЗУ составят от 40 до 60% в общей стоимости ГПП. Поэтому, исходя из соображений снижения затрат в электроустановках 110 кВ, ПУЭ допускают выполнять ЗУ не по величине 0,5 Ом, а по величине, при которой обеспечивался бы нормируемый уровень электробезопасности на территории ГПП. Так как ток через тело человек протекает под действием напряжения прикосновения  $U_{\text{ПР}}$ , то ПУЭ и ГОСТ нормируют допустимую величину  $U_{\text{ПР}}$ .

Таким образом, необходимо найти расчетное напряжение прикосновения:

$$U_{\text{расч.ПР}} = \alpha_{\text{ПР}} \cdot R_{\text{П}} \cdot I^{(1)}, \quad (1)$$

где  $R_{\text{П}}$  – сопротивление эквивалентной пластины;

$\alpha_{\text{ПР}} = 0,05 \div 0,06$  – коэффициент прикосновения;

$I^{(1)}$  – ток однофазного КЗ, стекающий в землю с элементов заземляющего устройства.

Напряжение на заземляющей сети предприятия:

$$U_0 = R_{\text{П}} \cdot I^{(1)}. \quad (2)$$

В соответствии ПУЭ  $U_0$  не должно превышать 10 кВ.

Сначала определяется коэффициент заполнения ситуационного плана зданиями и сооружениями:

$$\lambda = \frac{\sum_{\kappa=1}^{\kappa=n} S_{\kappa}}{S_n}, \quad (3)$$

где  $\sum_{\kappa=1}^{\kappa=n} S_{\kappa}$  - суммарная площадь на территории генплана, занятая

производственными зданиями и сооружениями;

$S_n$  - площадь генплана.

При  $\lambda \geq 0,4$  результирующее сопротивление растеканию фундаментов производственных зданий и сооружений приближается к сопротивлению эквивалентной пластины, вписанной в генплан предприятия.

Сопротивление такой эквивалентной пластины равно:

$$R_{\Pi} = 0,47 \cdot \alpha \cdot \frac{\rho_{\mathcal{E}(\Pi)}}{a_{\mathcal{E}}}; \quad (4)$$

$$\rho_{\mathcal{E}(\Pi)} = \rho_2 \cdot K_1 \cdot K_2; \quad (5)$$

$$a_{\mathcal{E}} = \sqrt{S_n}, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – контурный коэффициент, равный отношению сопротивления растеканию всех фундаментов к сопротивлению эквивалентной пластины, его величина находится в зависимости от степени застройки предприятия;

$a_{\mathcal{E}}$  – сторона эквивалентного квадрата по генплану;

$\rho_{\mathcal{E}(\Pi)}$  – эквивалентное удельное сопротивление пятислойной структуры земли;

$K_1$  и  $K_2$  – расчетные коэффициенты, значения для разного вида геоэлектрического разреза земли.

Площади зданий и сооружений, размещаемых на территории предприятия:

$S_{\text{цоск}} = 185 \times 55 = 10340 \text{ м}^2$ ;  $S_{\text{пц}} = 138 \times 282 = 38916 \text{ м}^2$ ;  $S_{18\text{н.с.}} = 150 \times 160 = 24000 \text{ м}^2$ ;  $S_{\text{к/хр}} = 120 \times 200 = 24000 \text{ м}^2$ ;  $S_{20\text{н.с.}} = 220 \times 230 = 50600 \text{ м}^2$ ;  $S_{\text{гпп}} = 30 \times 21 = 630 \text{ м}^2$ ; Площадь генплана предприятия -  $S_n = 700 \times 620 = 434000 \text{ м}^2$ , тогда сторона эквивалентного квадрата по (6):

$a_{\mathcal{E}} = \sqrt{434000} = 658,7 \text{ м}$ . Определим коэффициент заполнения ситуационного плана предприятия зданиями и сооружениями:

$$\lambda = \frac{10340 + 38916 + 24000 + 24000 + 50600 + 3600}{434000} = 0,35 \text{ Ом}\cdot\text{м}.$$

Т.к.  $\rho_2 > \rho_1$ , а  $\rho_2 > \rho_3$ , то расчетные коэффициенты для определения эквивалентного удельного сопротивления земли для поверхностных сеточных (пластинчатых) электродов определяем по формулам:

$$K_1 = \frac{1}{1 + \frac{h_1}{a_3} \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1}}; \quad (7)$$

$$K_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{a_3}{h_0} \cdot \frac{K_{12}}{K'_{23}}}}; \quad (8)$$

$$K_{12} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1}; \quad (9)$$

$$K'_{23} = \frac{\rho_{3(\text{э})} - \rho_2}{\rho_{3(\text{э})} + \rho_2}, \quad (10)$$

где  $h_1$  – толщина первого слоя земли;

$\rho_1, \rho_2$  – удельное сопротивление слоев;

$h_0 = h_1 + h_2$  – базовая мощность слоев трехслойной структуры;

$\rho_{3(\text{э})}$  – эквивалентное удельное сопротивление слоев земли, простирающихся ниже второго слоя ( $\rho_2$ ).

Так как плотность токов, стекающих с ЗУ, с глубиной уменьшается, и в практических расчетах принято не учитывать токи, распространяющиеся в землю глубже параметра  $2 \cdot a_3$ , то значение  $\rho_{3(\text{э})}$  будет определяться удельным сопротивлением и мощностью третьего, четвертого и пятого слоев, поскольку  $2 \cdot a_3 = 2 \cdot 277,8 = 555,6$  м по формуле:

$$\rho_{3(\text{э})} = \sqrt{\frac{\rho_3 \cdot h_3 + \rho_4 \cdot h_4 + \rho_5 \cdot (2 \cdot a_3 - h_1 - h_2 - h_3 - h_4)}{\frac{h_3}{\rho_3} + \frac{h_4}{\rho_4} + \frac{2 \cdot a_3 - h_1 - h_2 - h_3 - h_4}{\rho_5}}}. \quad (11)$$

Мощность первых двух слоев:  $h_0 = 1,5 + 30 = 31,5$  м.

Эквивалентное удельное сопротивление слоев земли, простирающихся ниже второго слоя:

$$\rho_{3(\text{э})} = \sqrt{\frac{800 \cdot 20 + 500 \cdot 40 + 200 \cdot (2 \cdot 659 - 1,5 - 30 - 20 - 40)}{\frac{20}{800} + \frac{40}{500} + \frac{2 \cdot 659 - 1,5 - 30 - 20 - 40}{200}}} = 208,6.$$

Тогда зная  $\rho_{3(\text{э})}$ , находим значения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$ :  $K_{12} = \frac{1000 - 100}{1000 + 100} = 0,82$ ;

$$K'_{23} = \frac{2086 - 1000}{2086 + 1000} = -0,65; K_1 = \frac{1}{1 + \frac{1,5}{659} \cdot \frac{1000}{100}} = 0,97; K_2 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{659}{31,5} \cdot \frac{0,82}{-0,65}}} = 0,19.$$

Определим эквивалентное удельное сопротивление пятислойной структуры земли на территории ГПП, приведенной к однородной модели, сопротивление эквивалентной пластины, напряжение на ЗУ, напряжение прикосновения:

$$\rho_{э(п)} = 1000 \cdot 0,97 \cdot 0,19 = 184 \text{ ; Ом}\cdot\text{м};$$

$$R_{п} = 0,47 \cdot 1,3 \cdot \frac{184}{659} = 0,17 \text{ Ом};$$

$$U_0 = 0,17 \cdot 13430 = 2291,13 \text{ В};$$

$$U_{расч.ПР} = 0,055 \cdot 13430 \cdot 0,17 = 126 \text{ В}.$$

ЗУ проектируемой подстанции будет удовлетворять требованиям электробезопасности, так как на территории ОРУ обеспечиваются условия  $U_{ПР,расч} < U_{ПР,доп}$  ( $U_{ПР,доп} = 400 \text{ В}$  при времени срабатывания защиты  $t_{с.з} = 0,5 \text{ с}$ ,  $U_{ПР,доп} = 800 \text{ В}$  при времени срабатывания защиты  $t_{с.з} = 0,2 \text{ с}$ ), и потенциал на заземляющем устройстве не превышает 10 кВ [1, гл. 1.7.50].

Электробезопасность в пределах подстанции обеспечивается за счет поверхностного сеточного заземлителя, железобетонных фундаментов оборудования и фундаментов ЗРУ, соединенных металлической связью, поэтому необходимости в сооружении искусственных заземлителей нет [2-4]. Так как напряжение на ЗУ меньше 5 кВ, то мероприятия по выносу потенциала за пределы территории предприятия не предусматриваем [1, гл. 1.7.50].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-ое издание (утв. Приказом Минэнерго РФ от 8 июля 2002 г. № 204).
2. Ключев Р.В., Гаврина О.А., Каджаев О.В. Управление процессами производства, потребления и распределения электроэнергии в горных территориях // В сборнике: Современное российское оборудование для повышения надежности экономичности и безопасности энергетического комплекса России. Сборник научных трудов. Самара, 2019. С. 80-83.
3. Ключев Р.В., Голик В.И., Босиков И.И., Гаврина О.А. Разработка методики обеспечения электробезопасности электрических сетей карьеров // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2020. № 3. С. 74-91.
4. Ключев Р.В., Босиков И.И., Гаврина О.А., Атрушкевич В.А. Выбор средств защиты высоковольтного двигателя экскаватора на руднике открытых работ горно-металлургического комбината // Безопасность труда в промышленности. 2020. №7. С. 46-53.

## РАСЧЕТ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ НИЖЕ 1 КВ ПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА

**Клюев Р.В., Муртазов Р.С., Нибежев Э.Р., Сохиев А.К.**

*ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет)», Россия, г. Владикавказ  
362021, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44  
kluev-roman@rambler.ru*

***Аннотация.** В статье приведен расчет компенсирующих устройств для потребителей плавильного цеха металлургического предприятия.*

**Ключевые слова:** компенсирующее устройство; плавильный цех; коэффициент мощности.

## CALCULATION OF COMPENSATING DEVICES IN THE NETWORK WITH A VOLTAGE LESS THAN 1 KV OF THE MELTING SHOP

**Klyuev R.V., Murtazov R.S., Nibezhev E.R., Sohiev A.K.**

*North Caucasian Institute of mining and metallurgy (State Technological University), Russia, Vladikavkaz  
kluev-roman@rambler.ru*

***Annotation.** The article shows the calculation of compensating devices for consumers of the smelting shop of a metallurgical enterprise.*

**Keywords:** compensating device; smelting shop; power factor.

Одним из основных вопросов, решаемых при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения промышленных предприятий, является вопрос о компенсации реактивной мощности.

Передача значительного количества мощности из энергосистемы к потребителям нерациональна по следующим причинам: возникают дополнительные потери активной мощности и энергии во всех элементах системы электроснабжения, обусловленные загрузкой их реактивной мощностью, и дополнительные потери напряжения в питающих сетях [1].

Комплектные устройства выбирают для режима наибольшего потребления реактивной мощности в сети проектируемой установки. Тип, мощность, места установки и

режим работы КУ должны обеспечивать минимум потерь активной мощности в узле нагрузки при соблюдении технических условий, в частности, уровня напряжения на шинах ГПП и статической устойчивости электроприемников (АД, СД).

Осуществим выбор компенсирующих устройств для плавильного цеха.

Плавильный цех рассматриваемого промышленного предприятия состоит из нескольких участков с основным технологическим электрооборудованием[2-4]:

1. Сушильный участок осуществляет обезвоживание и сушку концентратов, поступающих гидротранспортом с обогатительных фабрик до остаточной влажности не более 0,2%, а также сушку речного песка.

2. Плавильный участок №1 (участок печей взвешенной плавки ПВП-1 и ПВП-2) – осуществляет плавку просушенного концентрата, речного песка (флюса) и других составляющих компонентов с получением богатых штейнов и шлаков, дальнейшая переработка штейнов происходит в конверторах Плавильного цеха №2 до фэйнштейна. Насосы кессонной воды 2шт. мощностью 630 кВт (А4-85/43-8У3).

3. Плавильный участок №2 (участок обеднительных электропечей) – осуществляет переработку, обеднение богатых шлаков печей взвешенной плавки (ПВП №1-2) и конвертерных шлаков ПЦ-2 с получением штейнов, для дальнейшей переработки их в конверторах и гранулированного шлака с дальнейшей его транспортировкой на шлакоотвал, с последующим использованием в рудном производстве как закладочного материала. Дымососы 4шт. мощностью 500 кВт (А4-85/62-8У3).

4. Обжиговый участок (котельный участок) – осуществляет частичную очистку газов от пыли (находящейся во взвешенном состоянии) и охлаждение газов печей взвешенной плавки в котлах-утилизаторах с получением насыщенного и перегретого пара. ПЭН 4шт. мощностью 1600кВт (СТД-1600-23У5).

5. Участок пылеулавливания (участок электрофильтров) – осуществляет полную очистку технологических газов после котлов-утилизаторов и транспортировку их на производство серы в серный цех. Дымососы 6шт. мощностью 500 кВт (А4-85/62-8У3).

Наибольшая реактивная мощность, которую можно передать через 16 трансформаторов в сеть до 1кВ равна:  $Q_{max,m}=5,1$  МВАр.

Суммарная мощность конденсаторных батарей на напряжение до 1 кВ составит:

$$Q_{HK1} = Q_P - Q_{max, m}, \quad (1)$$

$$Q_{HK1} = 13,113 - 5,1 = 8 \text{ МВАр.}$$

где  $Q_P = 13113,2$  кВАр - расчетная реактивная нагрузка сети 0,69 кВ.

Дополнительная мощность низковольтных батарей конденсаторов, устанавливаемых в целях оптимального снижения потерь в трансформаторах и в сети напряжением 10 кВ предприятия:

$$Q_{HK2} = Q_P - Q_{HK1} - \gamma \cdot N_{onm} \cdot S_{HT}, \quad (2)$$

где  $\gamma$  - расчетный коэффициент, определяемый в зависимости от экономических параметров по кривым. Принимаем:  $\gamma = 0,55$ .

Таким образом:

$$Q_{HK2} = Q_P - Q_{HK1} - \gamma \cdot N_{onm} \cdot S_{HT} = 13,113 - 8 - 0,55 \cdot 16 \cdot 1,6 = -9 \text{ МВАр.}$$

Принимаем величину  $Q_{HK2} = 0$ .

Суммарная мощность НБК цеха составит 8 МВАр. Так как распределительная сеть 0,69 кВ выполнена целиком кабельными линиями, то установка НБК рекомендуется непосредственно у шин цеховых ТП.

Предположительная мощность БК составит:

$$Q'_{\Phi} = \frac{Q_{HK}}{N}; \quad (3)$$

$$Q'_{\Phi} = \frac{8}{16} = 0,5.$$

Выбираем комплектные автоматические установки компенсации реактивной мощности производства CIRCUTORGRUP. Серия Supercompact, мощность 450 квар в количестве 16 шт.

Релейные компенсаторы имеют микропроцессорные регуляторы для управления конденсаторными установками.

Таким образом, фактически принятая мощность НБК составит:

$$Q_{\Phi, НБК} = 16 \cdot 0,45 = 7,2 \text{ МВАр.}$$

С учётом выбранных БК произведем расчет уточнённого  $K'_3$  для выбора оптимального числа ЦТП по формуле:

$$K'_3 = \frac{\sqrt{(S_n \cdot K_3 \cdot \cos' \varphi)^2 + (S_n \cdot \sin' \varphi \cdot K_3 - Q_{\Phi})^2}}{S_n}; \quad (4)$$

$$K'_3 = \frac{\sqrt{(1600 \cdot 0,71 \cdot 0,85)^2 + (1600 \cdot 0,53 \cdot 0,71 - 450)^2}}{1600} = 0,61.$$

Минимальное число ЦТП тогда будет равняться:

$$N_{\min} = \frac{S_H \cdot n \cdot K'_3}{K_3 \cdot S_H} + \Delta n, \quad (5)$$

где  $\Delta n$  – добавочный коэффициент до целого числа.

$$N_{\min} = \frac{1600 \cdot 16 \cdot 0,61}{0,71 \cdot 1600} = 13,5 + 0,5 = 14.$$

Оптимальное число ЦТП определяется по формуле:

$$N_{\text{opt}} = N_{\min} + m, \quad (6)$$

где  $m$  - разница между  $N_{\min}$  и заданным числом ЦТП.

$$N_{\text{opt}} = 14 + 0 = 14.$$

Фактический коэффициент мощности  $\cos \varphi$  и коэффициент загрузки  $K_{з.ф}$  с учетом компенсации реактивной мощности на стороне 0,69 кВ конденсаторными батареями определим по формулам:

$$\cos \varphi = \frac{S_H \cdot N_{\text{opt}} \cdot K_3 \cdot \cos \varphi}{\sqrt{(S_H \cdot N_{\text{opt}} \cdot K_3 \cdot \cos \varphi)^2 + (S_H \cdot N_{\text{opt}} \cdot K_3 \cdot \sin \varphi - N_{\text{opt}} \cdot Q_\phi)^2}}; \quad (7)$$

$$K_{з.ф} = \frac{\sqrt{(S_H \cdot N_{\text{opt}} \cdot K_3^{PII} \cdot \cos \varphi)^2 + (S_H \cdot N_{\text{opt}} \cdot K_3^{PII} \cdot \sin \varphi - N_{\text{opt}} \cdot Q_\phi)^2}}{S_H \cdot N_{\text{opt}}}; \quad (8)$$

$$\cos \varphi = \frac{1600 \cdot 14 \cdot 0,71 \cdot 0,85}{\sqrt{(1600 \cdot 14 \cdot 0,71 \cdot 0,85)^2 + (1600 \cdot 14 \cdot 0,71 \cdot 0,53 - 14 \cdot 450)^2}} = 0,97.$$

Коэффициент мощности получается завышенным, т.к. мы не учитываем потери в кабельных линиях и трансформаторах ЦТП.

$$K_{з.ф} = \frac{\sqrt{(1600 \cdot 14 \cdot 0,71 \cdot 0,97)^2 + (1600 \cdot 14 \cdot 0,71 \cdot 0,24 - 14 \cdot 450)^2}}{1600 \cdot 14} = 0,72.$$

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ключев Р.В., Васильев И.Е., Котова О.А. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения с нелинейными нагрузками // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы электроэнергетики и пути их решения», 2011, Дагестан, с. 31-38.
2. Ключев Р.В. Разработка и исследование критериев эффективного производства электроэнергии на ГЭС и системный анализ ее потребления на предприятиях цветной металлургии // Устойчивое развитие горных территорий, №4 (10), 2011, С. 12-19.



3. Ключев Р.В. Математическое моделирование в процессе производства и потребления электроэнергии // Аудит и финансовый анализ, №1, 2012, с. 436-444.

4. Ключев Р.В., Гаврина О.А. Задачи построения единой промышленно-энергетической системы // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 сентября 2015 г. «Наука, образование, общество: актуальные вопросы и перспективы развития». Часть I. М: «АР-Консалт», 2015 г. – С. 68-69.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**Ляхова Н.И.**

*Старооскольский филиал НИУ «БелГУ»*

***Аннотация.** Статья посвящена проблемам, связанным с нарушениями, выявленными в ходе проведения процедуры на разных стадиях регистрации и учета земельных участков в одном из отделений МФЦ. Автор подробно анализирует виды нарушений и предлагает меры по их сокращению.*

**Ключевые слова:** земельно-кадастровая информация; нарушения; регистрация; учет.

**USE OF LAND CADASTRE INFORMATION TO IMPROVE THE RATIONAL USE OF  
LAND RESOURCES**

**Lyakhova N.I.**

*Stary Oskol Branch of the National Research University «BelSU»*

***Annotation.** The article is devoted to problems related to violations identified during the procedure at different stages of registration and registration of land plots in one of the branches of the ICC. The author analyses the types of violations in detail and proposes measures to reduce them.*

**Keywords:** land cadastral information; violations; registration; account.

Земельно-кадастровая информация представляет собой один из ключевых государственных информационных ресурсов. Такая информация играет значительную роль в регулировании земельных отношений, управлении земельными ресурсами, земельном налогообложении. Основной задачей управления земельными ресурсами является вопрос рационального использования одного из уникальных природных ресурсов – земли. Рассматривая земельные участки как объект налогообложения, государство решает фискальные задачи, но в то же время налаживает более строгий учет целевого использования в рамках разрешенных видов деятельности.

Росреестр через свои территориальные органы проводит государственный кадастровый учет, тем самым обеспечивая защиту прав собственности и других вещных

прав, субъектов земельных отношений, а также предоставляет земельно-кадастровую информацию участникам земельных отношений.

В современной инфраструктуре земельно-кадастровой информации можно выделить три группы участников земельных отношений:

- производители земельно-кадастровой информации (землеустроительные организации, организации, осуществляющие оценочную деятельность и пр.);
- органы Росреестра, выполняющие обработку, хранение и предоставление земельно-кадастровой информации;
- потребители земельно-кадастровой информации[1].

На этапе регистрации и учета земельных участков участниками земельных отношений являются:

- 1) собственник/его представитель, как потребитель земельно-кадастровой информации;
- 2) МФЦ, как орган, выполняющий прием и выдачу документов, являющийся посредником между потребителем земельно-кадастровой информации и ведомствами, которые осуществляют производство, хранение и обработку таковой информации;
- 3) землеустроительные организации, занимающиеся межеванием земельных участков, осуществляющих оценочную деятельность. Данные организации являются производителями земельно-кадастровой информации, которые в этой цепочке готовят межевой план, необходимый для постановки земельного участка на кадастровый учет;
- 4) Департамент имущественных и земельных отношений (на этапе постановки на кадастровый учет земельного участка), Росреестр (на этапе регистрации прав на земельный участок). Упомянутые ведомства осуществляют производство, хранение, предоставление и обработку земельно-кадастровой информации.

В территориальных отделах и отделах центрального аппарата Управления ГАУ БО «МФЦ», уполномоченных на ведение текущего контроля, организован учет нарушений, выявленных в ходе проведения процедуры на разных ее стадиях.

В результате анализа показателей за декабрь 2019 г., характеризующих качество исполнения функции, выявлены следующие нарушения положений Федерального закона от 13.07.2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости», а также методических рекомендаций, иных нормативных актов в сфере государственной регистрации предоставления сведений из ЕГРН, допущенные специалистами МФЦ.

Обобщив допускаемые сотрудниками МФЦ нарушения, можно выделить группы проблем наиболее распространенные. Для наглядности обратимся к рисунку 1. Нарушения, связанные с приемом не полностью или неверно заполненного заявления, наблюдались в 36

записях в декабре 2019 года, что составило 24 % от числа общих нарушений. Ошибки, связанные с несоблюдением требований по ведению книг учета документов, внесения данных в ПК ПВД встречались в декабре 2019 года в 20 записях, что составило 13% от общего числа нарушений.

Нарушения, связанные с неправильным назначением даты выдачи итоговых документов, встречались в декабре 2019 года в 35 записях, что составило 23 %. Нарушения, связанные с приемом неполного пакета документов, наблюдались в декабре 2019 года в 16 записях, что составило 10 % от общего числа нарушений. Нарушения, связанные с неверным начислением государственной пошлины, встречались в 1 записи и составили 1%. Иные нарушения встречались в декабре 2019 года в 44 записях и составили 29% от общего числа нарушений. В основном иные нарушения допущены из-за невнимательности сотрудников МФЦ.

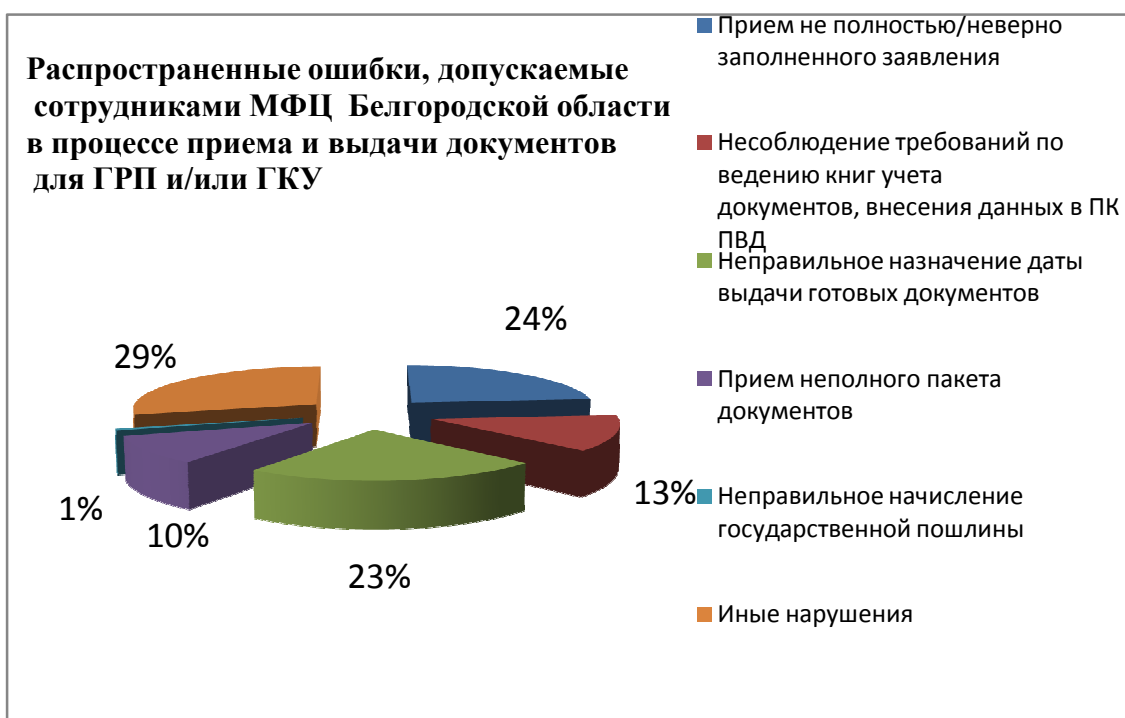


Рис. 1 – Распространенные ошибки, допускаемые сотрудниками МФЦ Белгородской области в процессе приема и выдачи документов для ГКУ и/или ГРП

Остальные вышеперечисленные нарушения с большей вероятностью связаны с незнанием нормативно-правовой базы, в том числе из-за ее обновления, ввиду вступления в силу закона «О государственной регистрации недвижимости».

Проанализировав вышеперечисленные нарушения, можно сделать вывод о том, что основными причинами возникающих проблем при исполнении специалистами МФЦ отдельных полномочий в сфере государственной регистрации прав на недвижимое

имущество и сделок с ним являются: недостаточность теоретических знаний нормативно-правовых актов, используемых при приеме документов и невнимательность специалистов, осуществляющих прием.

За декабрь 2019 года сотрудниками МФЦ допущено 152 нарушения в сфере ГКУ и ГРП, а это значит, что из общего числа нарушений в большинстве случаев были введены приостановки регистрационных процедур до устранения нарушений. Все это говорит об увеличении срока регистрационных процедур. Для повышения комфортности, а также для соблюдения сроков получения гражданами Белгородской области услуг в сфере учета и регистрации недвижимости, могут быть введены следующие меры:

1. Ввести ежеквартальную систему тестирования сотрудников МФЦ на знание нормативно-правовых актов, федеральных законов, внутренних рабочих инструкций, регулирующих сферу государственного кадастра недвижимости.

2. По итогам квартальных отчетов ввести систему штрафов и поощрений за допущение/отсутствие нарушений.

При помощи введения данных мер можно усовершенствовать порядок использования земельно-кадастровой информации для регистрации и учета земельных участков, а также повысить уровень обслуживания клиентов, обращающихся по вопросам ГКУ и/или ГРП.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. О государственной регистрации недвижимости [Электронный ресурс]: федер. закон от 13.07.2015 N 218-ФЗ (последняя редакция) // Справочная правовая система «Консультант Плюс».

## СЕЧЕНИЕ ЗАХВАТА ЦЕНТРОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗАРЯДА В ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ InP

Михайлюк Е.А.<sup>1</sup>, Прокопова Т.В.<sup>2</sup>, Михайлюк А.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил

«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина», РФ, Воронеж

gazon1978@yandex.ru

**Аннотация.** Методами вольт-фарадных характеристик показано, что одиночные слои  $In_xAl_{1-x}As$  имеют при комнатной температуре  $n$  – тип проводимости. Методом температурных зависимостей дифференциальной проводимости на экспериментальных кривых  $G(T)$  обнаружен центр локализации заряда, эффективное значение энергии которого в приповерхностной области на границе раздела в  $In_xAl_{1-x}As/InP$  составляет  $\sim 0,49$  эВ. Установлено, что в гетероструктуре  $In_xAl_{1-x}As/InP$  наблюдается модуляция пространственного заряда, а процессы токопрохождения связаны с наличием в середине запрещенной зоны твердого раствора  $In_xAl_{1-x}As$  глубокого центра нейтрального типа сечением захвата  $\sigma \sim (10 \sim 14) \cdot 10^{-14}$  см<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** твердые растворы; центр локализации заряда; тестовый сигнал; энергия уровня; сечение захвата.

## CROSS-SECTION OF LOCALIZATION CENTERS CAPTURE CHARGE IN InP-BASED HETEROSTRUCTURES

Mikhayluk E.A.<sup>1</sup>, Prokopova T.V.<sup>2</sup>, Mikhayluk A.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Department of physics and chemistry of Military training and research center air force "air force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin",

Russian Federation, Voronezh

gazon1978@yandex.ru

**Annotation.** *C(V) characteristics, it is shown that single layers of  $In_xAl_{1-x}As$  have n-type conductivity at room temperature. Using the method of temperature dependences of differential conductivity on experimental curves  $G(T)$ , the charge localization center was found, the effective energy value of which in the surface region at the interface in  $In_xAl_{1-x}As/InP$  is  $\sim 0.49$  eV. It was found that the in  $In_xAl_{1-x}As/InP$  heterostructure modulates the spatial range, and the current flow processes are associated with the presence of a deep neutral center with a capture cross section  $\sigma \sim (10 \sim 14) \cdot 10^{-14} \text{ cm}^2$  in the middle of the band gap of the in  $In_xAl_{1-x}As$  solid solution.*

**Keywords:** Solid solutions; the center of localization of charge; a test signal; energy levels; capture cross section.

В настоящее время в качестве материалов для приборов электронной техники все большее значение приобретают композитные материалы на основе полупроводников, применяемые в микроэлектронике. В данной работе исследовались структуры со слоями  $In_xAl_{1-x}As$  на основе  $InP$ . В работах [1,2] были проведены исследования зависимостей дифференциальной проводимости и емкости данных структур. Это позволило выявить центр захвата заряда, определить концентрацию носителей заряда, ширину запрещенной зоны слоев, энергию центра. Дальнейшее понимание кинетических процессов в гетероструктуре  $In_xAl_{1-x}As/InP$  требует определения величины сечения захвата глубокого центра, которое проводилось в данной работе.

Изменение проводимости происходит в результате отклика глубокого уровня при изменении температуры. При некоторых температурах, когда скорость термической эмиссии уровня больше, чем частота измерительного сигнала, заряд, вызванный захватом и эмиссией с глубокого уровня, дает дополнительный вклад в проводимость. Пик проводимости в структуре с глубоким уровнем проявляется при изменении частоты при фиксированном значении температуры и при изменении температуры при фиксированном значении частоты. Он соответствует определенному энергетическому уровню, величина которого пропорциональна плотности ловушечных центров. Можно полагать, что проводимость имеет максимум при  $\omega = \omega_t$ . При этом

$$\omega_t = e_n \quad (1),$$

где  $e_n$  - скорость термической эмиссии с глубокого уровня.

Скорость термической эмиссии электронов с центра (для n – типа) определяется соотношением детального равновесия [3]

$$e_n = c_n N_c \exp\left(-\frac{\Delta E_t}{kT}\right) \quad (2),$$

$c_n$  - коэффициент захвата электрона центром,  $N_c$  - эффективная плотность состояний на краях зоны проводимости,

$$c_n = g \bar{V} \sigma_n \quad (3),$$

$g$  - фактор вырождения глубокого уровня ( $g = 2$ ),  $\bar{V}$  - средняя тепловая скорость носителей,  $\sigma_n$  - сечение захвата. С учетом того, что

$$\frac{m_n^* \bar{V}^2}{2} = kT \quad (4),$$

$$N_c = B m_n^{*3/2} T^{3/2} \quad (5),$$

$B$  - константа, независимая от температуры,  $m_n^*$  - эффективная масса, логарифмированием выражения (2) из зависимости  $\ln \omega(T_{\max})^{-2} \left( \frac{1}{T_{\max}} \right)$  можно определить энергию уровня. Отрезок, отсекаемый на оси  $\omega$ , пропорционален величине сечения захвата  $\sigma$ , при этом температурной зависимостью сечения захвата пренебрегают. По изменению температуры этого максимума в процессе варьирования частоты тестового сигнала получаем соотношение, позволяющее оценить значение энергии уровня

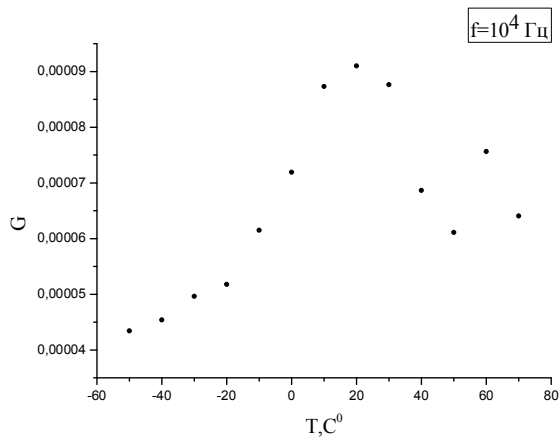
$$\Delta E = \frac{kT_1 T_2}{T_1 - T_2} \ln \left( \frac{\omega_1}{\omega_2} \right) \quad (6).$$

Энергия центра оказалась равной 0.49 эВ [1].

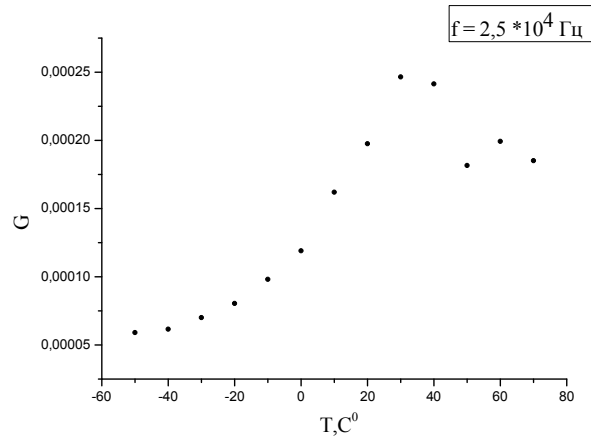
В данной работе методом дифференциальной проводимости определяли сечение захвата заряда уровнем  $\sigma_n$ .

Мы рассматривали температурные зависимости проводимости на одном из образцов на различных частотах в диапазоне от  $10^3$  до  $10^5$  Гц. (рис.1). На всех графиках  $G(T)$  при частотах из указанного диапазона наблюдается выраженный максимум с характерным варьированием температуры, на которой он проявляется. Его появление, на наш взгляд, обусловлено откликом поверхностного центра и генерацией токов, с ним связанных. В этой связи ясна тенденция перемещения максимума по температуре при изменении частоты тестового сигнала. Также понятным становится исчезновение этого максимума на частотах свыше  $5 \cdot 10^5$  Гц, так как носители заряда не успевают за изменением тестового сигнала.

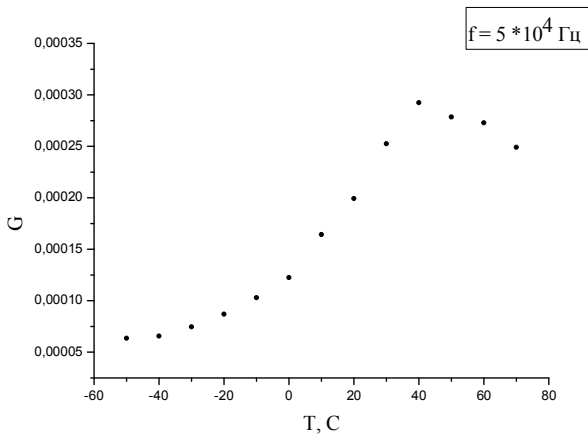




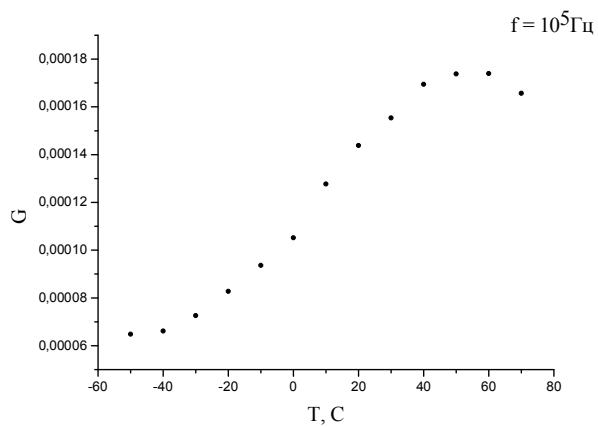
а)



б)



в)



г)

Рис. 1. – Температурные зависимости дифференциальной проводимости  $G(T)$  при различных частотах ( $f$ ): (а)  $10^4$  Гц; (б)  $2,5 \cdot 10^4$  Гц; (в)  $5 \cdot 10^4$  Гц; (г)  $10^5$  Гц

С увеличением частоты прослеживается смещение максимума (при частотах  $10^4$  и  $2,5 \cdot 10^4$  Гц – это первый пик проводимости, проявляющийся при температурах  $20^0$  и  $30^0$  С) в сторону больших температур. График зависимости  $\ln \omega(T_{\max})^{-2} \left( \frac{1}{T_{\max}} \right)$  представлен на рис.2. По наклону определялась также глубина залегания уровня (0,47 эВ), что хорошо коррелирует с рассчитанным по формуле (6) в работе [1].

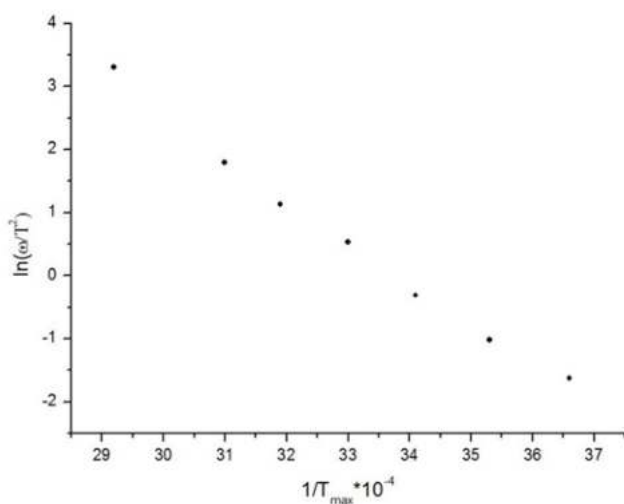


Рис. 2. – График зависимости  $\ln \omega(T_{\max})^{-2} \left( \frac{1}{T_{\max}} \right)$

По отрезку, отсекаемому на оси  $\ln \omega(T_{\max})^{-2}$ , произведен расчет  $\sigma_n$ . При этом полагаем, что  $\bar{V}$  – средняя тепловая скорость составляет  $10^7$  см/с,  $N_c = 10^{19}$  см<sup>-3</sup>. Оценка по формуле (2) с учетом (1) дает близкое значение  $\sigma_n$ .

Таким образом, проведенные электрофизические исследования показывают, что в гетероструктуре  $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}/\text{InP}$  наблюдается модуляция пространственного заряда, а процессы токопрохождения связаны с наличием в середине запрещенной зоны твердого раствора  $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$  глубокого центра нейтрального типа (сечение захвата  $\sigma \sim (10 \sim 14) \cdot 10^{-14}$  см<sup>2</sup>) [4], эффективная энергия которого (0,47 – 0,49) эВ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлюк Е.А., Прокопова Т.В., Жукалин Д.А., Электрофизические измерения твердых растворов  $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}$  // Конденсированные среды и межфазные границы. – 2019. – Т.21. – № 1. – С. 93–98.
2. Михайлюк Е.А., Прокопова Т.В., Определение параметров глубоких центров в гетероструктуре  $\text{In}_x\text{Al}_{1-x}\text{As}/\text{InP}$  // XXIII Всероссийская конференция с международным участием «Рентгеновские и электронные спектры и химическая связь РЭСХС», 1-4 октября 2019 г. Воронеж. ВГУ. – 2019. – С. 127.
3. Casey H.C., Cho A.Y., Lang D.V., Nicollian E.H. et al. Investigation of Heterojunctions for MIS Devices With Oxygen-Doped  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$  on n-type GaAs // J.Appl. Phys. – 1979. Vol. 50. – № 5. – P. 3484-3491.
4. Милнс А., Примеси с глубокими уровнями в полупроводниках. Пер. с англ., М: Мир. –1977. – С.386.

## ГЕОМАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ

**Гажова Е.Д.**

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет».*

*gazhova.ekaterina@yandex.ru*

*тел. 8-951-139-71-78*

***Аннотация.** Для потребителя образовательных услуг на сегодняшний день помимо привлекательной цены, разнообразия ассортимента образовательных услуг имеет значение и территориальная доступность образовательной организации, а также структура и характер рынка труда. Повышению эффективности в решении данных задач способствуют геомаркетинговые исследования. Геомаркетинговое исследование – одно из форм маркетингового исследования, которое помогает анализировать внешние и внутренние геопространственные характеристики организации, имеющие географическую привязку и различные особенности ее прошлой, сегодняшней и будущей деятельности с использованием инфраструктуры и данных о конкурентной среде.*

**Ключевые слова:** сфера образования услуги, геомаркетинговое исследование, размеры территории, специалисты, образовательные центры, анализ.

## GEOMARKETING RESEARCH IN THE FIELD OF EDUCATIONAL SERVICES

**Gazhova E.D.**

*Federal state Autonomous educational institution of higher education "Belgorod state national research University"*

*gazhova.ekaterina@yandex.ru*

*tel. 8-951-139-71-78*

***Annotation.** For the consumer of educational services today, in addition to an attractive price and a variety of educational services, the territorial accessibility of an educational organization, as well as the structure and nature of the labor market, is also important. Geomarketing research helps to increase efficiency in solving these problems. Geomarketing research is a form of marketing research that helps analyze the external and internal geo-spatial characteristics of an organization that are geographically linked and various features of its past, current and future activities using infrastructure and data about the competitive environment.*

**Keywords:** education services; geomarketing research; territory size; specialists; educational centers; analysis.

На развитие сферы образования в регионе влияют запросы потребителей, заинтересованных в трудоустройстве. А рынок трудоустройства напрямую связан с географическим положением и социально-экономическим состоянием. От расположения региона во многом зависит и рынок труда. Следовательно, и потребность в оказании тех образовательных услуг, которые необходимы именно данному региону. Поэтому существует потребность в геомаркетинговом анализе региона с целью предоставления требующихся образовательных услуг в настоящее время. Для проведения данного анализа используют следующие геопоказатели региона: «природно-географические, социально-географические, социально-экономические, социально-демографические, социально-политические и историко-культурологические»[3].

Природно-географические особенности региона:

- континентальное, прибрежное или островное положение. Положение каждого региона России играет немалую роль в образовательной среде региона и подготовке кадров. В образовательных организациях в зависимости от места расположения существуют уникальные направления подготовки, которые актуальны именно для данного региона. Например, если регион располагается на острове или вблизи морей и океанов, то в образовательных организациях целесообразно открывать такие направления подготовки, как «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства», «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» и т.п.;

- размеры территории. Пространственные величины по-разному влияют на сферу образования. Если регион имеет большую территорию, то не обязательно и университетов должно быть больше по сравнению с другими регионами, так как в данном случае также нужно учитывать численность плотность населения и климатические условия;

- климатические условия. Они определяют условия жизни, различные уровни плотности населения и виды хозяйственной деятельности, что в свою очередь также влияет на подготовку именно тех кадров, в которых нуждается регион в данное время. Например, регионы с мягким теплым климатом привлекают большое количество туристов и возникает потребность в квалифицированных проводниках, гидах, турагентах;

- ландшафт и природно-ресурсный потенциал региона. Эти параметры практически напрямую влияют на сферу образования т.к. в регионах, богатых полезными ископаемыми, ведется их добыча. Добыча ведется при помощи специального оборудования, работа с которым требует определенных навыков и знаний. Также требуются специалисты в геологоразведочной сфере. И для этого регионам необходимо открывать образовательные

организации именно по данным направлениям. Так, например, в Ханты-Мансийском АО богатом нефтью и газом есть образовательная организация ФГБОУ ВО «ЮГУ», институт нефти и газа, готовящий специалистов в данной области знаний.

Социально-географические особенности региона представлены на рисунке 1.

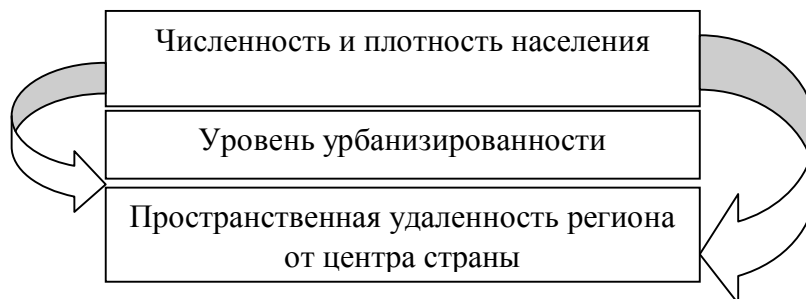


Рис. 1 – Социально-географические особенности региона

Численность и плотность населения - они играют главнейшую роль в реализации образовательных услуг, так как именно из этого показателя определяются целевые аудитории, клиентская база. И естественно в регионах с высокой плотностью населения наиболее целесообразно открывать образовательные организации;

Уровень урбанизированности - создание и образование научных центров издавна связано со столичными и с крупными административными центрами. Именно в крупных городах даже сегодня сосредоточены основные научные кадры, поэтому рост урбанизации способствует увеличению количества образовательных организаций. В каждом региональном центре создаются не только классические вузы, но и высшие учебные заведения, в которых готовят кадры, требующиеся для данного региона;

Пространственная удаленность региона от центра страны –Россия, большая страна с неравномерной плотностью населения, и поэтому распределение учебных заведений тоже неравномерное. В европейской части страны концентрируется основная часть высших учебных заведений страны. Но и в азиатской части страны (Сибири и Дальнем Востоке) организованы крупные научно-образовательные центры. Данные заведения были открыты вследствие необходимости подготовки кадров именно для данных регионов. Большинство созданных вузов решает вопрос кадрового обеспечения для местных нужд.

Социально-экономические особенности региона:

- ведущая отрасль производства. Каждый регион имеет отрасли производства, которые наиболее прибыльны для данного региона, и этим отраслям требуются квалифицированные кадры для развития. Данную проблему решают образовательные организации, готовящие специалистов для работы в этих отраслях. Например, ведущей отраслью Старого Оскола является черная металлургия, и поэтому подготовке специалистов данной отрасли уделено большое внимание. Подготовкой специалистов в данной области

занимается Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» в городе Старый Оскол.

- развитие транспорта и средств связи (уровень развития сети коммуникаций). Большие территории требуют развития транспорта, связи и развития информационных технологий. Данную проблему также можно решить посредством получения знаний и приобретения навыков работы в области современных информационных технологий. Поэтому в крупных городах в вузах открывают такие направления подготовки, как «Программирование», «ИКТ» «Строительство автомобильных дорог, аэродромов, объектов транспортной инфраструктуры» и др. Создаются беспилотники для испытаний, посылки можно доставлять при помощи дронов. Все это в дальнейшем сэкономит материальные и временные затраты;

- экономические показатели региона. Чем выше экономические показатели региона, тем больше средств может выделяться для спонсирования вузов. Предприятию нужны квалифицированные кадры, университету нужны спонсорские средства. А также все университеты осуществляют мониторинг трудоустройства своих выпускников, а при сотрудничестве образовательной организации с предприятиями проблема с трудоустройством является решаемой.

Из выше сказанного можно сделать вывод, что геомаркетинговый анализ региона позволяет определить перспективы развития рынка труда и рынка образовательных услуг. Кроме того, он позволяет определить стратегию совершенствования управления в образовательной организации для максимального удовлетворения потребностей в области образовательных услуг.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Цветков В.Я. Геомаркетинг. - М.: Финансы и статистика, 2002. 240 с.
2. Рудой В. А., Павлюкова О. М. Геомаркетинг: теория и основные понятия // Географические исследования Краснодарского края: сборник научных трудов. Краснодар, 2009. С. 250-253.
3. Колесов В. Рынок образовательных услуг и ценности образования.// Высшее образование в России. – 2006 - №2. – с.3-8.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА СТОЙЛЕНСКОГО ГОКА НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

**Еланцева Л.А., Фоменко С.В.**

*Научно-технический и экспертный центр новых экотехнологий в гидрогеологии и гидротехнике «НОВОТЭК»,  
Россия, 308002, г. Белгород, пр. Б. Хмельницкого, д. 131. Тел.: +7(4722) 26-76-53*

*LAElanceva@novotek15.ru*

*SVFomenko@rambler.ru*

***Аннотация.** Хвостохранилище Стойленского горно-обогатительного комбината (СГОК) создано для складирования отходов обогащения железной руды (хвостов), расположено в балке Чуфичева в 2 км юго-восточнее Стойленского карьера. На расстоянии 500 м от буферной емкости хвостохранилища расположен водозабор «Котельная СГОКа». Качественный состав вод хвостохранилища Стойленского ГОКа формируется за счет воды, подаваемой для подпитки оборотной системы, технологической воды, поступающей с хвостами, и атмосферных осадков. Сложная система водного баланса водоема предопределила качественный состав вод в хвостохранилище, образовавшийся в результате смешения различных категорий вод. В настоящее время фильтрационные потери из водоема составляют порядка 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. При расширении площади зашламования и подъеме отметок заполнения гидротехнического сооружения фильтрационные потери будут возрастать. Установлено, что в водах хвостохранилища содержатся загрязняющие вещества: нефтепродукты, соединения группы азота, железо общее. В связи с инфильтрацией технических вод из хвостохранилища происходит изменение химического состава подземных вод на площади вокруг водоема. Однако миграция загрязненных техногенных вод из хвостохранилища сопровождается интенсивными процессами физико-химического и микробиологического самоочищения при прохождении через хвосты и слабопроницаемые породы в его основании и бортах.*

**Ключевые слова:** Стойленский ГОК; хвостохранилище; подземная вода; гидрохимический режим; водозабор.

## STUDY OF THE INFLUENCE OF TAILINGS DUMP OF STOILENSKY MINING AND PROCESSING COMBINE TO HYDROCHEMICAL CONDITIONS OF GROUNDWATER

**Elantseva L.A., Fomenko S.V.**

*NEWTECH Co., Ltd (OOO NTC NOVOTEK), 131, B. Khmel'nitskogo Avenue, Belgorod, 308002, Russia.*

**Annotation.** *The tailing dump of Stoilensky mining and processing combine (SGOK) is created for storage of waste of enrichment of iron ore (tails). It is located into a Chufichev clough at a distance of 2 km from the Southeast of Stoilensky pit. At a distance of 500 m from the buffer capacity of the tailing dump there is a water intake "Boiler station of SGOK". The qualitative composition of water of the tailing dump of Stoilensky combine is formed by the water supplied for replenishment of circulating water system, also process water entering with the tails, and rainfall. The complex water balance system of the reservoir predetermined the qualitative composition of water in the tailing dump as result of the mixing of different categories of water. Currently the filtration losses from the reservoir are about 100 thousand m<sup>3</sup> / day. The filtration losses will increase during the expansion of the area of tailing dump and the rise of its filling level. It is established that the water in the tailing dump contains contaminants: oil products, the compounds of the nitrogen group and iron. Due to the infiltration of technical water from the tailing dump the chemical composition of groundwater in the area around the reservoir is changing. However the migration of contaminated technogenic water from the tailing dump is accompanied by intensive processes of physico-chemical and microbiological self-purification when passing through the tails and low-permeable rocks at its base and sides.*

**Keywords:** Stoilensky mining and processing combine; tailing dump; groundwater; hydrochemical conditions; water intake.

## Введение

Накопление в поверхностных техногенных водоемах – хвостохранилищах технологических вод, сопутствующих горному производству, приводит к нарушению гидрогеохимической обстановки [1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 14].

Хвостохранилище СГОКа предназначено для складирования отходов обогащения обогатительной фабрики и снабжения оборотной (технической) водой производственных объектов комбината.

Под влиянием техногенных факторов, связанных с эксплуатацией предприятий СГОКа, и, в частности, хвостохранилища, сформировались современные гидрогеологические условия района. Главная роль отводится двум водоносным горизонтам: турон-конькскому (мело-мергельному) и альб-сеноманскому.



## Анализ гидродинамических и гидрохимических условий района

Турон-маастрихтский водоносный горизонт ( $K_2t-k$ ) распространен практически повсеместно, отсутствует только в долинах рек Оскол и Осколец, где мело-мергельные отложения размыты. Мощность горизонта увеличивается от долин рек к водоразделам от нескольких до 80 м. Верхняя часть образований сдренирована реками и оврагами. Водоносность мело-мергельных отложений определяется степенью трещиноватости в плане и разрезе. В верхних частях разреза, где мело-мергельные породы сильно разрушены и изменены процессами выветривания, отмечается повышенная трещиноватость, с глубиной трещиноватость затухает. Наибольшей трещиноватостью обладают мел и мергели в долинах рек и крупных балок, наименьшая трещиноватость характерна для водораздельных пространств. Коэффициент фильтрации мело-мергельных пород изменяется от сотых долей до 50 м/сут. Водоносный горизонт безнапорный, только в поймах рек приобретает напор до 5-10 м. Практически полностью водоносный горизонт осушен системой осушения Стойленского карьера в центральной части депрессии. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные кальциевые или гидрокарбонатные магниевые-кальциевые с минерализацией 0,3-0,6 г/дм<sup>3</sup>.

Альб-сеноманский водоносный горизонт ( $K_{1-2a-s}$ ), приуроченный к пескам мощностью 20-40 м, является наиболее выдержанным по распространению и водообильности, предел изменения коэффициента фильтрации 4,3-20 м/сут. Подземные воды, кроме речных долин, характеризуются напорным режимом. Величина напора достигает 37 м, уменьшаясь в сторону долин рек Оскол и Осколец, а также в районе депрессионной воронки, сформировавшейся в результате работы дренажной системы карьера. Воды альб-сеноманского водоносного горизонта имеют минерализацию 0,3-0,6 г/дм<sup>3</sup>, по химическому составу гидрокарбонатные кальциевые или гидрокарбонатные магниевые-кальциевые. Водоносный горизонт является основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения города Старый Оскол и других населенных пунктов.

Мело-мергельный и альб-сеноманский водоносные горизонты образуют единый надъюрский водоносный комплекс, питание которого происходит за счет атмосферных осадков, паводковых вод, подземных вод из нижележащих водоносных горизонтов на участках отсутствия водоупорных слоев и инфильтрации из искусственно созданного водоема (хвостохранилища). Разгрузка подземных вод происходит в дренажную систему и борта карьера Стойленского ГОКа и в долину реки Оскол.

Хвостохранилище Стойленского ГОКа является источником дополнительного инфильтрационного питания надъюрского водоносного комплекса. В настоящее время фильтрационные потери из водоема составляют порядка 100 тыс. м<sup>3</sup>/сут. При расширении

площади зашламования и подъеме отметок заполнения гидротехнического сооружения фильтрационные потери будут возрастать.

Интенсивное повышение уровня водоносного комплекса наблюдалось в первые годы заполнения хвостохранилища при малой мощности намывных хвостов. В этот период уровни подземных вод повышались синхронно с повышением зеркала воды в хвостохранилище. Сейчас наблюдается стабилизация уровней, их колебания изменяются в зависимости от периода года и водности, что объясняется экранирующим влиянием консолидированных хвостов и отрывом уровней подземных вод под хвостохранилищем от зеркала воды в нем.

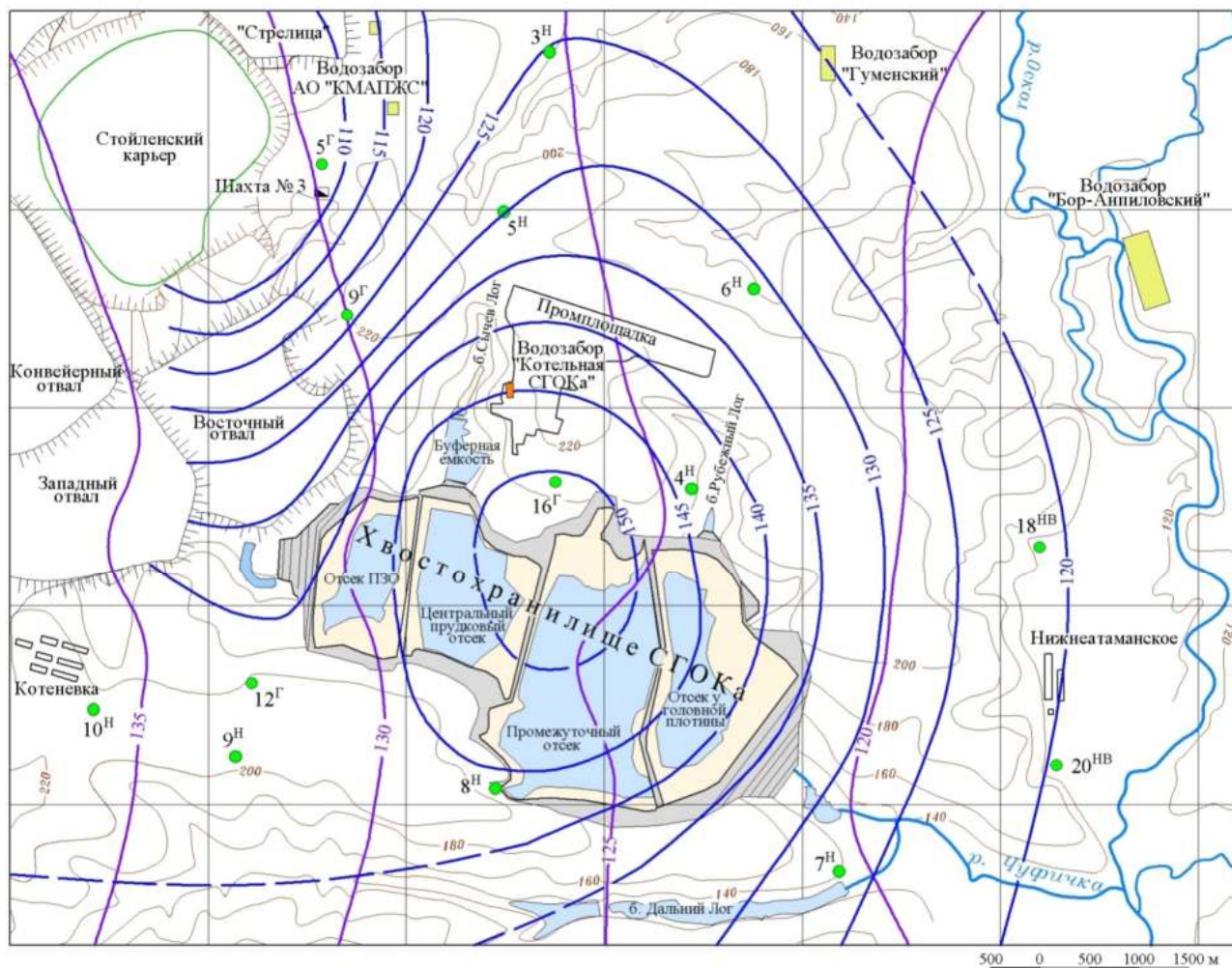
В результате фильтрационных потерь под хвостохранилищем образовался купол растекания с подъемом уровня подземных вод в надьюрском водоносном комплексе на 30-35 м от статического положения (рисунок 1).

В районе произошла переориентация слагающих баланса формирования подземных вод. Основным источником питания надьюрского водоносного комплекса служит теперь хвостохранилище СГОКа.

Таким образом, в районе сформировался квазистационарный гидродинамический режим, который обусловлен относительной близостью дренажной системы карьера к мощному источнику питания подземных вод, принадлежащему хвостохранилищу. Это способствовало образованию в районе замкнутого водного цикла: значительная доля воды, откачиваемая дренажной системой карьера, после участия в различных технологических процессах и, в частности, в качестве «свежей» воды в технологическом цикле обогащения руды, в результате фильтрационных потерь возвращается в подземные воды и дренажную систему.

В данных условиях необходимо учитывать нарушенность природного водообмена, обусловленную искусственным дополнительным питанием на урбанизированной территории, что может явиться потенциальным фактором загрязнения подземных вод.

Качественный состав вод хвостохранилища Стойленского ГОКа формируется за счет воды, подаваемой для подпитки оборотной системы, технологической воды, поступающей с хвостами, и атмосферных осадков. Сложная система водного баланса водоема предопределила качественный состав вод в хвостохранилище, образовавшийся в результате смешения различных категорий вод.



● 6<sup>Н</sup> наблюдательная скважина и её номер  
 Гидроизогипсы надъюрского водоносного комплекса :  
— в естественных условиях ;  
— фактические на июнь 2020 г.;  
— предполагаемые на июнь 2020 г.

Рис. 1 – Карта гидроизогипс надъюрского водоносного комплекса на июнь 2020 г.

Воды хвостохранилища СГОКа характеризуются сульфатно-гидрокарбонатным натриево-кальциевым составом с сухим остатком 0,5-0,6 г/дм<sup>3</sup>, отмечается превышение ПДК в воде концентрации железа общего от 0,8 до 4 мг/дм<sup>3</sup>, эпизодически нефтепродуктов – до 1,2 мг/дм<sup>3</sup> и нитратов до 60 мг/дм<sup>3</sup>.

Установлено, что нефтепродукты подвержены относительно высокой сорбируемости пылеватыми и глинистыми частицами, тонкозернистыми песками [4, 5, 6, 13, 15], соединения группы азота – процессам окисления и денитрификации, т.е. являются весьма неустойчивыми.

Сравнение химического состава технологических вод хвостохранилища и подземных вод свидетельствует, что за тридцатипятилетний период эксплуатации хвостохранилища не произошло заметного ухудшения качества подземных вод надъюрского водоносного комплекса. Это обусловлено интенсивными процессами самоочищения вод

хвостохранилища по пути их движения в водоносном комплексе [7, 8] и подтверждается концентрацией устойчивых индикаторов – ионов сульфатов и натрия, находящихся в подземных водах практически на уровне фоновых значений (ионы сульфатов 20-50 мг/дм<sup>3</sup>, натрия 20-40 мг/дм<sup>3</sup>), а в воде хвостохранилища в несколько раз выше (170-220 и 90-110 мг/дм<sup>3</sup>).

Подземные воды альб-сеноманского водоносного горизонта используются для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения котельной СГОКа в объеме до 2,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут. С этой целью на расстоянии 500 м от буферной емкости хвостохранилища в 1980 г. организован водозабор «Котельная СГОКа», находящийся на пути фильтрации подземных вод от хвостохранилища к Стойленскому карьеру.

В составе подземных вод альб-сеноманского водоносного горизонта отсутствуют компоненты техногенной природы – соединения азота и токсиканты различного класса опасности, санитарно-токсикологические показатели присутствуют в минимальных количествах.

### **Заключение**

Из результатов анализа гидрохимического состава вод следует, что с момента ввода хвостохранилища СГОКа в эксплуатацию по настоящее время технологические воды не содержали примесей в количествах, опасных для загрязнения подземных вод альб-сеноманского водоносного горизонта, заметного ухудшения качества вод не выявлено. В воде хвостохранилища зафиксирована превышающая ПДК концентрация железа общего, эпизодически нефтепродуктов и соединений азота. Однако в процессе миграции загрязненных вод из хвостохранилища происходят интенсивные процессы физико-химического и микробиологического самоочищения при прохождении через хвосты и слабопроницаемые песчано-глинистые породы в его бортах и основании.

Многолетние наблюдения за качественным составом вод водозабора «Котельная СГОКа» свидетельствуют о стабильном составе подземных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

На данный момент хвостохранилище не ухудшило качество подземных вод альб-сеноманского водоносного горизонта, но интенсификация горного производства не позволяет исключать возможность изменения в сторону ухудшения состава подземных вод продуктивного водоносного горизонта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипов М. А., Заикина И.В., Безденежных Н.А. Оценка качества подземных вод и методы их анализа. Проспект науки. М., 2013. – 136 с.
2. Бочевер Ф.М., Лапшин Н.Н., Орадовская А.Е. Защита подземных вод от загрязнения. Недра, М., 1979. – 254 с.
3. Бочевер Ф.М., Орадовская А.Е. Гидрогеологическое обоснование защиты подземных вод и водозаборов от загрязнений. Недра, М., 1972. – 129 с.
4. Гольдберг В.М., Газда С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. Недра, М., 1984. – 262 с.
5. Димакова Н.А., Шарапов Р.В. Проблема загрязнения подземных вод. Журнал «Современные наукоемкие технологии» № 2. М., 2013. – с. 79-82.
6. Жогло В., Галкин А. Мониторинг и управление состоянием подземных вод на водозаборах и экологически опасных объектах. LAPLAMBERTAcademicPublishing. 2012. – 140 с.
7. Ковалевский В.С. Влияние изменений гидрогеологических условий на окружающую среду. Наука. М., 1994. – 138 с.
8. Лимарева А., Лукин А. Мониторинг подземных вод хозяйственно-питьевого водозабора. LAPLAMBERTAcademicPublishing. 2013. – 92 с.
9. Мироненко В.А., Мольский Е.В., Румынин В.Г. Изучение загрязнения подземных вод в горнодобывающих районах. Недра, Л., 1988. – 279 с.
10. Норватов Ю.А. Изучение и прогноз техногенного режима подземных вод (при освоении месторождений полезных ископаемых). Недра, Л., 1988. – 261 с.
11. Орадовская А.Е., Лапшин Н.Н. Санитарная охрана водозаборов подземных вод. Недра, М., 1987. – 167 с.
12. Фрид Ж. Загрязнение подземных вод. Недра, М., 1981. – 304 с.
13. Geiser J. Groundwater contamination. Verlag: Nova Science Publishers. New York, 2009. – 160 p.
14. Mays L. W. Water Resources Engineering [Text]/L. W. Mays. – 2nd ed. – New Jersey : Wiley, 2011. – 928 p.
15. Clark, B.R., Hart, R.M. and Gurdak, J.J. Groundwater availability of the Mississippi embayment: U.S. Geological Survey Professional Paper 1785, 2011. – 62 p.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ РАДИАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕРМАНИИ

**Шмыгалева Т.А., Анваров С.А.**

*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы,*

*050060 Казахстан, г. Алматы, ул. Розыбакиева, д. 222, кв. 31,*

*8 777 020 2453*

*shmyg1953@mail.ru, anvarov.sunvar@gmail.com*

***Аннотация.** Работа проведена в рамках каскадно-вероятностного метода. В работе представлен алгоритм расчета концентрации радиационных дефектов, выполнены расчеты в зависимости от глубины проникновения при различных значениях пороговой энергии различных значениях первоначальной энергии налетающей частицы. В качестве налетающей частицы взят углерод, в качестве мишени - германий. Выявлены закономерности нахождения области результата концентрации радиационных дефектов при ионном облучении.*

**Ключевые слова:** вещество; радиационные дефекты; углерод; германий; концентрация; алгоритм; расчет; зависимость.

## COMPUTER SIMULATION OF RADIATION PROCESSES IN GERMANIUM

**Shmygaleva T.A., Anvarov S.A.**

*Al-Farabi Kazakh National University,*

*Republic of Kazakhstan, Almaty*

*shmyg1953@mail.ru, anvarov.sunvar@gmail.com*

***Annotation.** The work was carried out in context of the cascade-probabilistic method. An algorithm for calculating the concentration of radiation defects is presented in the work, calculations are made according to the penetration depth at different threshold energy values and different values of the initial energy of the flowing particle. Carbon has been taken as a fly particle as a target - germanium. The pattern of finding the area of the result of the concentration of radiation defects during ion irradiation has been shown.*

**Keywords:** substance; radiation defects; carbon; titanium; iron; approximation; dependence; concentration.

В настоящее время большое место уделяется задачам, посвященным процессам взаимодействия частиц с веществом с последующим образованием радиационных дефектов. При взаимодействии заряженных частиц с твердыми телами, образуются различные вторичные частицы, в том числе и первично-выбитые атомы (ПВА), которые являются родоначальниками атом-атомных каскадов [1-4]. Взаимодействуя с веществом, ПВА образуют вторично-выбитые, третично-выбитые атомы и т. д. В результате в твердом теле образуются радиационные дефекты. В случае электронного облучения образуются дефекты в виде пары Френкеля (вакансия, междоузельный атом), для протонов, альфа-частиц и ионов каскадные области вакансионного типа. В результате изменяется структура твердого тела и происходит изменение многих свойств облученного материала, т.е. материал существенно повреждается [5-10]. Таким образом, с помощью облучения вещества частицами различных энергий можно получать материалы с заранее заданными свойствами, т.е. можно управлять этими процессами целенаправленно. Исследования в этой области можно применять для проектирования ядерных и термоядерных реакторов деления и синтеза, для модификации свойств материала и создания новых структур. При взаимодействии частиц с веществом и образования радиационных дефектов в качестве налетающей частицы взят углерод, в качестве мишени германий.

Работа проведена в рамках каскадно-вероятностного метода [4]. Расчет концентрации радиационных дефектов при ионном облучении представляется в следующем виде:

$$C_k(E_0, h) = \frac{E_d (E_{2\max} - E_c)}{E_c (E_{2\max} - E_d)} \sum_{n=n_0}^{n_1} \int_{h-k\lambda_2}^h \psi_n(h') \exp\left(-\frac{h-h'}{\lambda_2}\right) \frac{dh'}{\lambda_1(h')\lambda_2}, \quad (1)$$

где  $n_1$  – максимальное число упругих столкновений,  $h', h$  – глубины генерации и регистрации соответственно,  $\psi_n(h')$  – каскадно-вероятностная функция с учетом потерь энергии для ионов после  $n$ -го числа взаимодействий на глубине генерации  $h'$ ,  $\lambda_1, \lambda_2$  – пробеги на ион-атомное, атом-атомное соударения,  $E_c$  – пороговая энергия,  $E_{2\max}$  – максимальная энергия, передаваемая атому,  $E_d$  – энергия смещения. Концентрация радиационных дефектов при облучении германия ионами углерода представлена на рисунках 1,2.

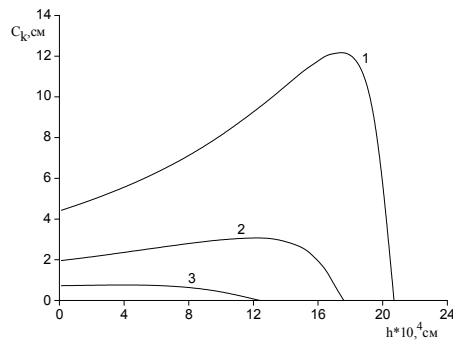


Рис.1 – Зависимость концентрации радиационных дефектов от глубины при ионном облучении для углерода в германии при  $E_0= 1000$ ,  $E_c= 50$  (1), 100 (2), 200 (3) кэВ

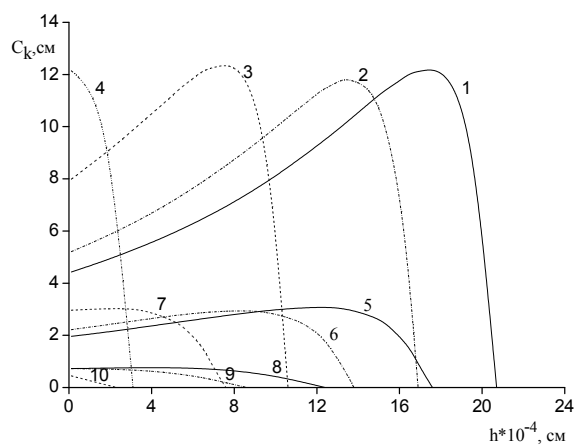


Рис. 2 – Зависимость концентрации радиационных дефектов от глубины при ионном облучении для углерода в германии при  $E_c=50$  кэВ ;  $E_0= 1000, 800, 500, 200$  кэВ (1-4);  $E_c=100$  кэВ при  $E_0= 1000, 800, 500$  кэВ (5-7);  $E_c=200$  кэВ при  $E_0= 1000, 800, 500$  кэВ (8-10)

Результаты расчетов показывают, что:

1. С уменьшением первоначальной энергии первичной частицы интервал области результата смещается в область малых глубин, область результата сужается.

2. В зависимости от глубины проникновения начальное и конечное значения числа взаимодействий увеличиваются, интервал области результата ( $n_0/n_1$ ) увеличивается и смещается в область больших глубин.

3. С увеличением пороговой энергии при одной и той же глубине проникновения значения концентрации радиационных дефектов значительно уменьшаются, переход через максимум осуществляется плавней.

Как показывают расчеты (рис. 1,2), концентрация радиационных дефектов в зависимости от глубины возрастает, достигая максимума, затем убывает до 0.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Komarov F.F. Nano- and microstructuring of solids by swift heavy ions // *Physics-Uspokhi*. 2017. Vol. 187(5). P. 465-504.
2. Komarov, F.F., Zayats, G.M., Komarov, A.F., Michailov, V.V., Komsta, H. Simulation of radiation effects in SiO<sub>2</sub>/Si Structures // *Acta Physica Polonica A*. 2015. Vol. 3(1) P. 854-860.
3. Mussakhanov D., Tulegenova A., Lisitsyn V. Effect of Annealing on the Luminescence of YAG:Ce and YAGG:Ce Ceramics Synthesized in a Radiation Field // *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics*. 2020. Vol. 84(7). P. 799-802.
4. E.G. Boos, A.A. Kupchishin, A.I. Kupchishin, E.V. Shmygalev, T.A. Shmygaleva. Cascade and probabilistic method, solution of radiation and physical tasks, Boltzmann's equations. Communication with Markov's chains. Monograph. M.: Almaty: KazNPU after Abay, Scientific Research Institute for New Chemical Technologies and Materials under al-Farabi KazNU, 2015. P. 388.
5. Anatoliy Kupchishin, Nataliy Voronova, Tat'yana Shmygaleva, and Alexander Kupchishin. Computer Simulation of Vacancy Clusters Distribution by Depth in Molybdenum Irradiated by Alpha Particles // *Key Engineering Materials*. 2018. Vol. 781. P. 3-72.
6. Komarov, F., Uglov, V., Vlasukova, L., Zlotski, S., Yuvchenko, V. Drastic structure changes in pre-damaged GaAs crystals irradiated with swift heavy ions // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*. – 2015. – Vol. 360. – No. 4. – P. 150-155.
7. Kupchishin A., Taipova B., Gerasimenko N. Effect of electronic irradiation on the properties of polyethyleneterephthalate films of various producers // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 754. – No. 1.
8. Kodanova, S.K., Ramazanov, T.S., Issanova, M.K., Golyatina, R.I., Maiorov, S.A. Calculation of ion stopping in dense plasma by the Monte-Carlo method // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2018. – Vol. 946. – No. 1. – P. 148-154.
10. Smyrnova, K.V., Pogrebnjak, A.D., Beresnev, V.M., Kravchenko, Y.O., Bondar, O.V. Microstructure and Physical–Mechanical Properties of (TiAlSiY)N Nanostructured Coatings Under Different Energy Conditions // *Metals and Materials International*. – 2018. – Vol. 24. – No. 2. – P. 241-439.

## НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА

**Казанцев А.А., Демидов В.И.**

*Губкинский филиал Национального исследовательского технологического университета «Московского  
института стали и сплавов», ГФ НИТУ «МИСиС»*

*Россия, Белгородская область, г. Губкин, ул. Комсомольская, д.16, тел.8-903-885-79-76*

*vladimirdmitrik95@yandex.ru*

***Аннотация.** Дан анализ влияния крупнейших промышленных предприятий на состояние окружающей среды по Белгородской области.*

**Ключевые слова:** вредные выбросы; загрязняющие вещества; запыленность; мониторинг окружающей среды; взвешенные вещества.

## NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF THE BELGOROD REGION OF MINING ENTERPRISES IN THE REGION

**Kazantsev A.A., Demidov V.I.**

*Gubkin Branch of the National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", SF NUST  
MISIS»*

*Russia, Belgorod region, Gubkin, Komsomolskaya str., 16, tel. 8-903-885-79-76*

*vladimirdmitrik95@yandex.ru*

***Annotation.** The influence of the largest industrial enterprises on the environment of Belgorod region had been presented in this paper.*

**Keywords:** harmful emissions; pollutants; dustiness; environmental monitoring; suspended solids.

Белгородская область является одной из самых чистых районов Российской Федерации [1]. Атмосферный воздух даже в крупных городах Белгородской области полностью отвечает экологическим нормам и требованиям по уровню содержания вредных веществ [2].

Однако, в воздухе над Лебединским и, расположенным по соседству, Стойленским карьерами почти постоянно висит овальное пылевое облако радиусом около 40 км[3]. В связи с постоянным откачиванием из карьеров грунтовых вод, образовалась депрессионная (обессушивающая) воронка площадью около 300 кв. километров[4]. Максимальные

понижения уровней подземных вод на карьерах и шахтах в городах Губкин и Старый Оскол составляют 200—250 м.

На площади прямого нарушения земель горнодобывающего комплекса (ЛГОК, СГОК, ОЭМК и др.) из 50—60 видов широко распространенных травянистых растений приспособляются к новым условиям существования только 6–7 видов. Жизнеспособность растений в зоне запыленности интенсивностью 500–700 кгга в год сохраняется у 10–12 видов диких трав. Данный фактор неизбежно приводит к сокращению популяций насекомых и мелких растительноядных животных. На 70–80 % сокращается количество и видовой состав птиц и практически полностью исчезают копытные животные и хищники.

Так, постоянное увеличение масштабов промышленности в регионе, рост числа автомобилей и прочего автотранспорта формируют тенденцию к ухудшению качества воздуха. Основные показатели, характеризующие воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные показатели, характеризующие воздействие хозяйственной деятельности на окружающую среду

	011	012	013	014	015	016	017	018	019
Выбро- сы загрязняющих веществ:									
от стационарных источников	34	34	18	27	18	12,85	16,51	77,726	61,265

Содержание тяжелых металлов (медь, кобальт, цинк, свинец, молибден, марганец, железо, никель, олово, церий, ванадий и др.) вокруг промобъектов Лебединского и Стойленского горно-обогатительных комбинатов (карьеры, хвостохранилища, отвалы, промплощадки дороги и т.д.) колеблется в пределах до 100 раз превышающих природное[4].

Регулярные наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в Белгородской области проводятся Белгородским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиалом ФГБУ «Центрально-черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» на 9 стационарных постах в городах Белгороде, Старом Осколе. Согласно исследованиям ФГБУ «Центрально-черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» атмосферный воздух Белгородской области загрязнён неравномерно. Сильнее всего - город Старый Оскол: на него приходится

свыше 56% вредных выбросов с промышленных предприятий. Белгород – 7,2%; на атмосферу остальных населённых пунктов, вместе взятых, приходится всего 18,5% вредных выбросов с объектов промышленности.

ФБУЗ «Центром гигиены и эпидемиологии в Белгородской области» был проведён анализ доли проб атмосферного воздуха с превышением максимально разовых предельно допустимых концентраций (ПДК мр) содержания загрязняющих веществ за 2010-2016 годы и отмечено следующее[3]:

- по г. Старый Оскол – воздух города больше всего загрязнен диоксидом азота. За последние пять лет уровень загрязнения атмосферного воздуха повысился по пыли, оксиду углерода; понизился по оксиду азота, диоксиду серы и формальдегиду;

Анализ полученных результатов свидетельствует о снижении в 2019 году по сравнению с 2018 годом удельного веса проб с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе городских поселений по данным исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области». Основными источниками загрязнения атмосферы на территории Белгородской области являются предприятия железорудной и металлургической промышленности, промышленности строительных материалов, в том числе:

- АО «Оскольский электрометаллургический комбинат» (37–47 тыс. тонн/год);
- АО «Стойленский горно-обогатительный комбинат» (13–15 тыс. тонн/год);
- АО «Лебединский горно-обогатительный комбинат» (31–34 тыс. тонн/год);

Так благодаря проведённому нами исследованию было обнаружено, что с 2011 года по 2019 год происходит увеличение выброшенных загрязняющих веществ в атмосфере на 27,3 тыс. тонн со 134 тыс. тонн до 161,3 тыс. тонн соответственно. Стоит заметить, что наиболее распространёнными загрязняющими веществами, которые обнаруживаются в атмосфере каждого населённого пункта, являются взвешенные вещества (пыль, сажа, зола и т.п.), оксиды азота, углерода, серы, а также углеводороды, что несомненно, наносит вред окружающей среде населённого пункта и региона в целом.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. «Экологический рейтинг субъектов РФ. Итоги лета 2019 года», Общероссийская Общественная организация «Зелёный патруль»
2. Федеральная служба государственной статистики (росстат) территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Белгородской области (Белгородстат)// Белгородская область в цифрах 2016 // 2019 г.

3. Правительство белгородской области департамент природопользования и охраны окружающей среды области// государственный доклад об экологической ситуации в белгородской области в 2014 году// 2019 г.

4. Е.П. Большина// Экология металлургического производства// новотроицк, 2012 г.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПИРОЛИЗНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

Шульга А.М.<sup>1</sup>, Здарова Е.Р.<sup>1</sup>, Игуменова Т.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический институт «МИСиС»

309516, Россия, г. Старый Оскол, микрорайон им. Макаренко, 42, тел.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет инженерных технологий, Россия, Воронеж

**Аннотация.** Главным направлением переработки изношенных резиновых изделий как в России, так и за рубежом является процесс их регенерации, осуществляемый различными способами (сжигание, изготовление регенерата, восстановление протектора шины и пр.). Технология паротермолиза вулканизованных резин, разработанная ООО «НПО Инноватех», в первую очередь направлена на достижение максимального экологического и экономического эффекта и предназначена для переработки автопокрышек и широкого спектра резинотехнических отходов с получением жидких углеводородов и технического углерода. В результате переработки резинотехнических отходов методом паротермолиза на выходе из 1 тонны можно получить следующие продукты: 35 – 40 % жидкие углеводороды; 5 – 10 % газообразные углеводороды; 40 – 45 % технический углерод (ТТУ); 5 – 10 % металл.

**Ключевые слова:** паротермолиз; регенерат; активный и полуактивный технический углерод; термолизный технический углерод; физико-механические показатели полимерных композитов.

## APPLICATION OF PYROLYSIS TECHNICAL CARBON IN THE PRODUCTION OF POLYMER COMPOSITES

Shulga A.M.<sup>1</sup>, Zdarova E.R.<sup>1</sup>, Igumenova T.I.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Stary Oskol Technological Institute named after A. A. Ugarov (branch) of the Federal State Educational Institution of Higher Education "National Research Technological Institute "MISIS"

309516, Russia, Stary Oskol, microdistrict named after A. A. Ugarov. Makarenko, 42, tel.: (4725) 45-12-00.

<sup>2</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies, Russia, Voronezh

**Annotation.** The main direction of the processing of worn-out rubber products both in Russia and abroad is the process of their regeneration, carried out by various methods

(incineration, production of reclaim, restoring the tire tread, etc.). The technology of steam thermolysis of vulcanized rubbers, developed by NPO Innovatech LLC, is primarily aimed at achieving the maximum environmental and economic effect and is intended for the processing of car tires and a wide range of industrial rubber waste to obtain liquid hydrocarbons and carbon black. As a result of the processing of rubber waste by the method of steam thermolysis, the following products can be obtained at the output of 1 ton: 35 – 40% liquid hydrocarbons; 5 – 10% gaseous hydrocarbons; 40 – 45% carbon black (TTU); 5 – 10% metal.

**Keywords:** parothermolysis; regenerate; active and semi-active carbon black; thermolysis carbon black; physical and mechanical properties of polymer composites.

Сравнительный анализ с другими марками техуглерода показал, что полученный ТТУ по показателю «масляное число» в интервале 75-85 г/см<sup>3</sup> занимает среднее положение между активным и полуактивным техуглеродом. При смешении на вальцах с каучуком ТТУ придает смесям хорошие технологические свойства, при этом не вызывает резкого подъёма температуры смешения, характерного для марок ТУ с аналогичной активностью.

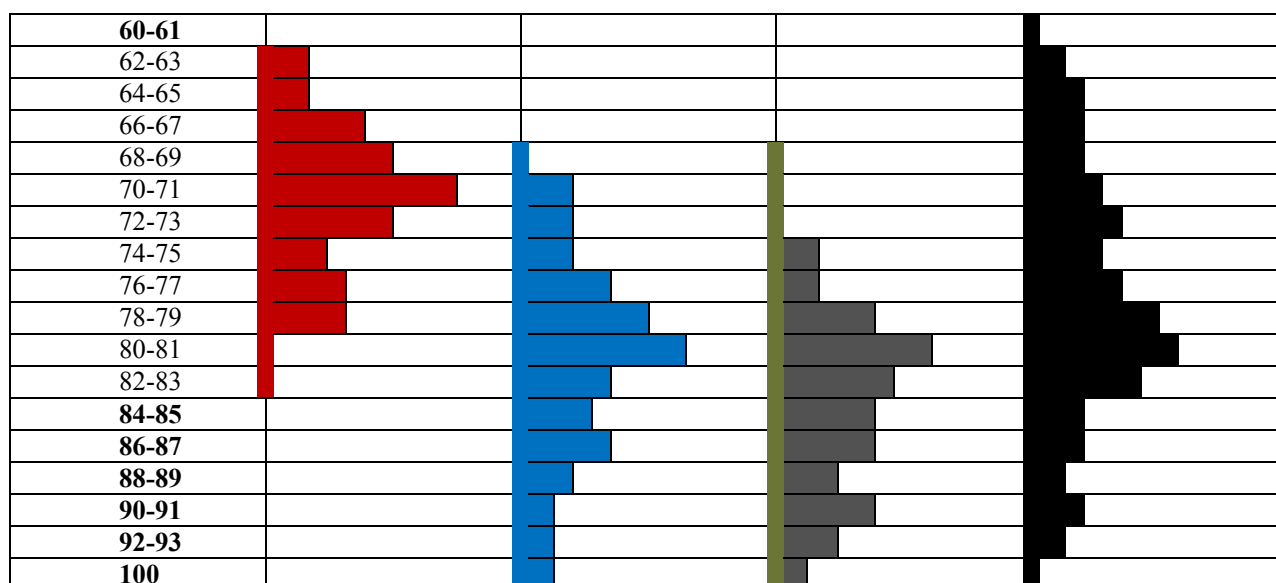
Целью работы было изучение физико-химических свойств термолизного технического углерода и выдача рекомендаций по его использованию в производстве резин и композиционных материалов.

Дисперсионный анализ продукта после рассева на фракции в интервале от 100 до 500 мкм показал, что показатель «масляное число» (по адсорбции дибутилфталата), полученный после статистической обработки результатов более чем 100 образцов в выборке, колеблется в широком интервале значений, что позволяет предположить достаточно высокую активность поверхности частиц термолизного технического углерода.

При анализе гистограмм распределения масляного числа в зависимости от фракции продукта термолиза, приведенных в таблице 1, показано, что максимально развитую поверхность имеют частицы фракций 250 и 500 мкм, которые составляют основную массу продукта. При этом самая мелкая фракция 100 мкм и менее, которая составляет порядка 8-10% от общей массы продукта, имеет самое низкое масляное число, что свидетельствует о том, что эти частицы имеют гладкую поверхность, которая не будет взаимодействовать с полимерной матрицей как усиливающий наполнитель. Поэтому эту фракцию наряду с зольным остатком будет необходимо отобрать и найти ей другое применение.

Таблица 1 – Гистограммы распределения значения масляного числа по фракциям рассева термолизного технического углерода (ТТУ)

Масляное число	Фракция ТТУ, мкм.			
	100 и менее	250 и менее	500 и менее	общая
Число значений масляного числа, попадающих в интервал				



Анализ проведенных сравнительных испытаний физико-химических свойств ТТУ с существующими марками промышленного технического углерода, систематизированных в таблице 2, показал, что в новом продукте, как вполне ожидаемо, более высокие показатели по зольности. Однако при анализе отдельных фракций, полученных на разных ситах, выявлено, что практически 50% всей золы находится в крупной фракции 500 мкм и более. Анализ по влаге, содержанию свободной и связанной серы, толуольному экстракту и показателю кислотности не выявил существенных различий между исследуемыми марками ТУ.

Таблица 2 – Сравнительные значения физико-химических свойств ТТУ с различными марками промышленного технического углерода

Наименование характеристики	Значение					
	ТТУ до усреднения	После подготовки (смесь отобранных фракций после доп. сушки)	Для П 514 N550	Для П234	Для N330	Для N339
рН водной суспензии	6,5	<b>7,3</b>	6-8	6-8	7-9	7-9
Массовая доля влаги, %	0,30	<b>0.12</b>	н/б 1.5	н/б 0.9	н/б 1.5	н/б 0.7
Светопропускание толуольного экстракта, %	95,8	<b>97,0</b>	н/м 85	н/м 90	н/м 90	н/м 85
Массовая доля золы, %	12-16	<b>12-16</b>	н/б 1.0	н/б 0.45	н/б 0.45	н/б 0.45
Масляное число (по ДБФ), см <sup>3</sup> /100 г	75-80	<b>80-95 (100)</b>	115-127	97-105	88-96	105-115
Массовая доля общей серы, %	2.0-2.2	-	н/б 1.1	н/б 1.1	н/б 1.1	н/б 1.1
Массовая доля свободной серы, %	0,012	<b>0.012</b>	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется	Не нормируется



Йодное число, г/кг	112	-	43±6	<b>99-111</b>	82±5	86-94
Прочностные показатели оценены нами факультативно, они для техуглерода не нормируются						
Время оптимума вулканизации при 165 С, мин	8	7	6	7		
Условная прочность при растяжении (стандартная смесь для БСК), МПа	10-13	<b>14-16</b>	14-15.5	18-18.5		
Относительное удлинение при разрыве, %	380-410	<b>370-400</b>	380-420	370-390		
Твердость по Шору, у.е.	71-73	<b>71-73</b>	67-68	68-70		

При изготовлении резиновых смесей на основе ТТУ следует отметить, что кромка резиновой смеси даже при высоком наполнении (50 масс.ч.) ровная, ТТУ хорошо диспергируется на вальцах. Как положительный фактор также следует отметить отсутствие неприятного запаха, характерного для пиролизного техуглерода, полученного другими существующими способами.

Методами симплекс-планирования была проведена оценка влияния ТТУ на свойства модельной резиновой на основе полиизопрена, также была выполнена разработка математической модели для определения оптимального соотношения наполнения и вулканизирующей группы в составе резин для достижения физико-механических показателей в соответствии с требованиями заказчика. Получены поверхности отклика для условной прочности и твердости резин в сравнении с П 514 в тех же интервалах дозирования, графически приведенных на рисунке 1 и 2.

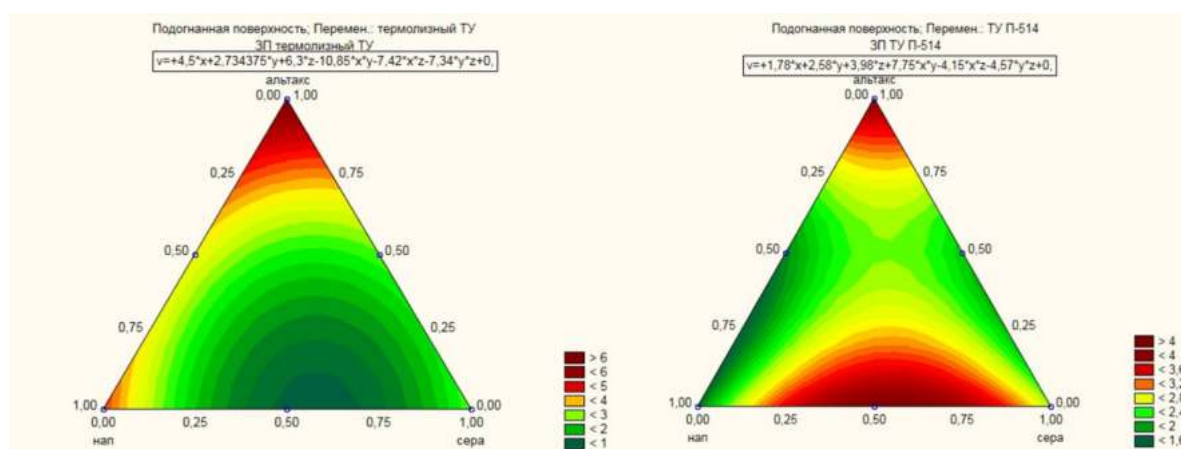


Рис. 1 – Поверхности отклика по показателю условная прочность при разрыве

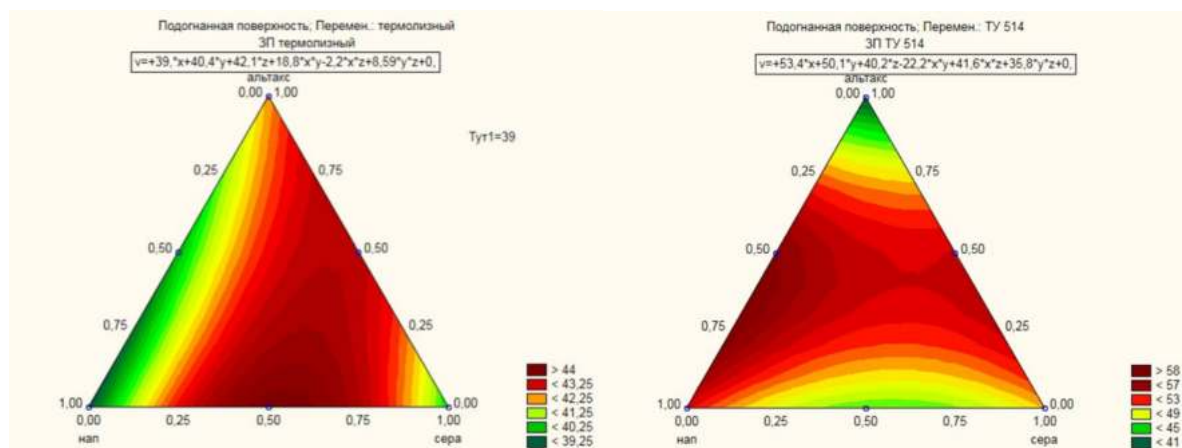


Рис. 2 – Поверхности отклика по показателю твердость по Шору

В таблице приведены интервалы рекомендуемых концентраций наполнителя и вулканизирующей группы для достижения одного уровня физико-механических показателей (условная прочность – не менее 8 МПа, твердость не менее 52 ед. по Шору А).

Таблица 3 – Концентрации ингредиентов

Наименование наполнителя	Наполнитель	Альтакс	Се́ра
	Массовые части		
Термолизный углерод	25-35	1,9-2,5	1,4-2,7
ТУ «П-514»	18-24	2-3	2,6-3,1

Сравнительный анализ показал, что ТТУ по показателю «масляное число» занимает среднее положение между активным и полуактивным техуглеродом в интервале 75-85 г/см<sup>3</sup>, при смешении на вальцах с каучуком придает смеси хорошие технологические свойства, при этом не вызывает резкого подъема температуры смешения, характерное для марок с аналогичной активностью.

Физико-механические испытания образца полученного ТТУ в сравнении с П514 и П234 позволяют рекомендовать паротермолизный технический углерод для полной замены существующих марок полуактивного ТУ и частичной замены П234 в рецептуре резин РТИ без потери физико-механических свойств и без корректировки вулканизирующей группы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торховский В.Н., Николаев А.И., Бухаркин А.К. «Пиролиз углеводородного сырья». Москва, 2004. - 68 с.

2. Шульга А.М. проблемы использования пиролизного технического углерода в производстве шин/ А.М. Шульга,Т.И.Игуменова// Материалы LVIII отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2019 - 2020, Ч.2, С. 134

3. Пиролиз углеводородного сырья/Мухина Т. Н., Барабанов Н. Л., Бабаш С. Е. и др. М.: Химия, 1987, 240 с.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИИ: «МЕТАЛЛУРГИЯ» И «ГОРНОЕ ДЕЛО»</b>	<b>4</b>
Ряполова М.С., Короткова Л.Н., Кожухов А.А., Тимофеева А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ВОРОНЕЖСКОГО И АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ	4
Ряполов В.В., Кочергина И.Н., Кожухов А. А. ОЦЕНКА ГИДРОДИНАМИКИ ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА В РАЗЛИВОЧНОМ КАНАЛЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОВША	8
Рошупкина Е.Ю., Короткова Л.Н., Кожухов А.А., Кем А.Ю. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЁТА МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВЛЕГИРОВАНИЯ СТАЛИ АЗОТОМ В ПРОЦЕССЕ ПРОДУВКИ	13
Цымбал В.П., Рыбенко И.А., Кожухов А.А., Сеченов П.А. ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В АГРЕГАТАХ НА ОСНОВЕ СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОНОГО ПРОЦЕССА	18
Новоточинов А.П., Кочергин Н.В., Кожухов А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ПРОДУВКИ МЕТАЛЛА ИНЕРТНЫМ ГАЗОМ В СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ КОВШЕ	32
Кожухов А.А., Кожухова В.И. РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ПУТЕМ ИХ ПЕРЕПЛАВА В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ	37
Горожанкин А.С. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ ОВАЛЬНОГО РАСКАТА С ЛОКАЛЬНЫМИ ЗОНАМИ ПОНИЖЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ	42

Горожанкин А.С., Смирнов Е.Н., Скляр В.А. РАЗРАБОТКА НОВОГО СПОСОБА ДЕФОРМИРОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ МЕДИ ОГНЕВОГО РАФИНИРОВАНИЯ	54
Скляр В.А., Горожанкин А.С. ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ СПОСОБА ПРОКАТКИ ОВАЛЬНОГО РАСКАТА ИЗ МЕДИ ОГНЕВОГО РАФИНИРОВАНИЯ С ЛОКАЛЬНЫМИ ЗОНАМИ ПониЖЕННОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ	60
Королькова Л.Н., Велеменчук С.Н. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В НАШЕМ РЕГИОНЕ	66
Малахова О.И., Жиденко А.И., Лавриненко К.В. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕСКОКСОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	70
Сидоров М.С., Тимофеева А. С., Кожухов А.А., Федина В. В. ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОПРОСУ САМОВОЗГОРАНИЯ СМЕСИ ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОГО ЖЕЛЕЗА РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ	75
Скляр В.А., Черменев Е.А., Князев И.С. АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ В ГОРЯЧЕБРИКЕТИРОВАННОМ ЖЕЛЕЗЕ	81
Скляр В.А., Турсунбоев Б.Ф., Парпиев Д.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ЛИТОЙ СТРУКТУРЫ МЕДИ В ПРОЦЕССЕ ПРОКАТКИ КАТАНКИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ВЗВЕШИВАНИЯ	87
Тимофеева А.С., Никитченко Т.В., Федина В.В. УМЕНЬШЕНИЕ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЯ ОКАТЫШЕЙ ПРИ ПЕРЕГРУЗКАХ	92
Терехин Е.П., Жихарев А.В., Хужамуратов А.Б. МОДЕРНИЗАЦИЯ ШАХТНОЙ ВАГОНЕТКИ ВГ-4,5 С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ КОНСТРУИРОВАНИЯ	97

Афанасьева Г.Е.	103
ОЦЕНКА ПУТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Козырев П.И., Азаров Р.С.	108
СОВРЕМЕННЫЙ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Афанасьева Г.Е., Дрога П.В.	115
СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ С ЦЕЛЬЮ РАЗМЕЩЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕМОВ ГИДРОВСКРЫШИ	
Бугаков М.Н., Еремеев А.А.	120
К ВОПРОСУ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ВАННЫ МЕТАЛЛА АЗОТОМ ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ ПРОДУВКИ ПЛАВКИ В КОНВЕРТЕРЕ	
Ганин Д.Р., Фукс А.Ю.	128
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»	
Фукс Е.А., Меркулин П.О., Хомякова В.С.	134
СТРУКТУРА АСУ ПТС СПЕКАТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ АО УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ	
Терехин Е.П., Кусепова Д.	142
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЯЖЕЛО НАГРУЖЕННЫХ ГРЕЙФЕРНЫХ КРАНОВ	
Полякова М.А., Дрягун Э.П.	149
ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ВЫБОРА ЧИСЛЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НОРМАТИВНОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	
Полякова М.А., Казанцева Т.В., Казанцева Н.К.	154
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТНОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ ДЛЯ ОПИСАНИЯ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ	

Пивоварова Л.Н. СТАРЫЙ ОСКОЛ В ГОДЫ НЕМЕЦКОЙ ОККУПАЦИИ: ИЮЛЬ 1942 ГОДА – ФЕВРАЛЬ 1943 ГОДА	160
Залюбовская В.В., Богданов С.В. ОККУПАЦИЯ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРАВДА, НЕ ПОПАВШАЯ В УЧЕБНИКИ ИСТОРИИ	170
Залюбовская В.В., Богданов С.В. НЕМЕЦКИЙ «НОВЫЙ ПОРЯДОК» НА ТЕРРИТОРИИ СТАРОГО ОСКОЛА И РОЛЬ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ПОЛИЦИИ В ЕГО УТВЕРЖДЕНИИ	174
<b>СЕКЦИЯ: «ГОРНОЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ»</b>	178
Авдеев В.И., Подгорный И.Е. ОЦЕНКА СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ СЕЙСМОУДАРА НА ПРИМЕРЕ ВЕНТИЛЯТОРА, УСТАНОВЛЕННОГО НА ВИБРОИЗОЛЯТОРАХ	178
Авдеев В.И., Подгорный И.Е. МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ СТОЙКОСТИ К ВОЗДЕЙСТВИЮ МЕХАНИЧЕСКОГО УДАРА УНИВЕРСАЛЬНОЙ СТАЛЬНОЙ МАЧТОВОЙ КОНСТРУКЦИИ ТИПА СТ-S3T-20	184
Слободянский М.Г. МОДЕЛЬ ОТКАЗОВ ОПОРНЫХ КАТКОВ БАРАБАННОГО ОКОМКОВАТЕЛЯ	189
Кравцова О.С., Рыжков И.В., Чеканова Н.Н., Кравчук Л.С., Беляева И.Н. ЖИДКОСТНО-КОЛЬЦЕВОЙ ВАКУУМНЫЙ НАСОС	195
Долганов Д.А., Ганин Д.Р. РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПОДАЧИ ПУЛЬПЫ В ОКОМКОВАТЕЛЬНЫЙ БАРАБАН АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»	201

Белов Н.В., Груздова О.А., Бородина М.Б. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕГРОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИВОДНЫХ СИСТЕМ ДРОБИЛЬНО- ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	206
Кислов С.В., Кислов В.Г., Сказочкин А.В., Шаповалов А.И. ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ MICOTESH® ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА РАБОТЫ ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	212
Каримов Р.Р., Кудряшов А.Е. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ЭЛЕКТРОДНОГО МАТЕРИАЛА СТИМ-2/40НЖ НА СТАЛИ 20Х13	218
Макаров А.В., Авдеева Н.Е., Кудряшов А.Е., Владимиров А.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ РОЛИКОВ МНЛЗ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ	226
Часовских А.С., Кудряшов А.Е. СТРУКТУРА, СОСТАВ И СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ И ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ОПЛАВЛЕНИЕМ	238
Шаповалов А.И., Труфанов И.А. ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ЗА СЧЕТ НАНЕСЕНИЯ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ.	246
<b>СЕКЦИЯ: «АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»</b>	254
Берсенев И.С., Берсенев Е.С., Лопатин А.С. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАПОЛНЕНИЯ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ВИДЕОКОНТРОЛЯ	254



Боева Л. М., Будаков А.С. АВТОМАТИЗАЦИЯ РЕГИСТРАЦИИ ПОСЕТИТЕЛЕЙ РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА	258
Боева Л.М., Вышкварка Г.Ю. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ ПЕРСОНАЛА КАФЕ	264
Лазарева О.Р., Гамбург К.С., Лазарева Т.И. ПРИМЕНЕНИЕ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРИВОДА В ВИБРАЦИОННОМ ОДНОМАССОВОМ ГРОХОТЕ	269
Жуков П.И., Глущенко А.И. О ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ DATAMINING МОДЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА	274
Заблоцкая Т.Ю., Невзоров А.А. ОЦЕНКА УРОВНЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ОПЕРАТОРА ШАХТНОЙ ПЕЧИ	280
Зорин И.С., Полещенко Д. А. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДОБУЧЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОДОВ ЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ	284
Коврижных О.А., Цуканов М.А. ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЗАДАЧЕ ПОСТРОЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ УСТОЙЧИВОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО РАСПИСАНИЯ	290
Ковтун Н.И. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ	295
Кривоносов В.А., Криушин Д.В. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АММОФОСА	300

Ласточкин К.А., Петров В.А.	306
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПО ПУСКОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПАРАМЕТРОВ МОТОР-РЕДУКТОРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА БАЛАНСИРУЮЩЕГО РОБОТА	
Лицин К.В., Жененко А.И.	312
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ПРОРЫВА КОРОЧКИ СЛИТКА НА МАШИНЕ НЕПРЕРЫВНОГО ЛИТЬЯ ЗАГОТОВОК	
Мирошниченко Д.А., Полещенко Д.А.	317
О АВТОМАТИЧЕСКОМ ВИЗУАЛЬНОМ КОНТРОЛЕ НАЛИЧИЯ ЗУБЬЕВ КОВША ЭКСКАВАТОРА	
Молодых А.В.	322
ВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ГРАФИКОВ НАГРУЗОК КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ	
Моторина Н.П., Тетеревлева Е.В.	326
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ	
Моторина Н.П., Тетеревлева Е.В.	331
К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ СОВМЕЩЕННОЙ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 110/10 И 110/6 КВ	
Основина О.Н.	336
ПРИМЕНЕНИЕ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ НАДЕЖНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	
Петров В.А.	342
О ПРИМЕНЕНИИ МОДАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ДПТ	

Рябых К.А., Симонова А.Г. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СТУДИИ СОВРЕМЕННОЙ ХОРЕОГРАФИИ «A-STYLE-EXTRIMDANCEFAMILY»	345
Соловьев А.Ю. О РАЗВЕРТЫВАНИИ ПАЙПЛАЙНОВ АНАЛИЗА ДАННЫХ В DOCKER	350
Фирсов О.А., Петров В.А. О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗРАБОТКИ НЕЙРОСЕТЕВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА НАНЕСЕНИЯ МАРКИРОВКИ	354
Халапян С.Ю., Анпилов А.О. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИСКОВОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА	359
Цуканов А.В. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЯНУЩЕ- ПРАВИЛЬНОЙ КЛЕТИ	365
Цыганков Ю.А., Полещенко Д.А. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ПЕРЕДЕЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИБРИДНЫХ ГЛУБОКИХ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	371
<b>СЕКЦИЯ: «ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ»</b>	377
Арутюнян И.Б., Жилин Э.В. ВОЗРАСТНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИИ	377
Марченкова И.Н. НЕОБХОДИМОСТЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕДУР	383
Ишкова А.С., Каспер А.В. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УЧЕТА СОБСТВЕННОГО КАПИТАЛА (НА ПРИМЕРЕ АО «ОЭМК ИМ. А.А. УГАРОВА»)	387

Мегина Л.А. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УПРОЩЕННЫХ ФОРМ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ	391
Березина В.О., Носенко А.В. НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УЧЕТА ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ В КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ	395
Заякина И.А., Бородаева В.С. ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ТРУДА ПЕРСОНАЛА	399
Виноградская О.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ	403
Виноходова А.Ф., Демидова Е.Г. АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ КАПИТАЛА В УПРАВЛЕНИИ ФИНАНСАМИ КОРПОРАЦИИ	408
Власова В.В. ОПТИМИЗАЦИЯ КОСВЕННЫХ ЗАТРАТ В АО «ОЭМК»	413
Гусев Д.С., Новикова О.А. МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	417
Демидова Е.Г., Виноходова А.Ф. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА ОСНОВЕ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ	421
Двоеглазов С.И. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	425
Демина В.В., Фарафонова А.В. РОЛЬ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ОТБОРЕ И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА ОРГАНИЗАЦИЙ	428

Казанцев А.А., Демидов В.И. ГОРНОРУДНЫЙ СЕГМЕНТ ХОЛДИНГА МЕТАЛЛОИНВЕСТ КАК ДВИЖУЩИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ	434
Казанцев А.А., Демидов В.И. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ СЕГМЕНТ ХОЛДИНГА МЕТАЛЛОИНВЕСТ КАК ДВИЖУЩИЙ ФАКТОР РАЗВИТИЯ КОМПАНИИ	437
Удовикова А.А., Должикова А.С. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ДЕБИТОРСКОЙ И КРЕДИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ	440
Добрица В.П., Иванова Т.В. ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА В ДЕЙСТВИИ	445
Кулик А.М., Иванчикова М.Л. ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРНО- МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА	450
Ильичева Е.В., Найденова Р.И., Полякова Е.В. ФОРМИРОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППИРОВКИ СТАТЕЙ АКТИВА И ПАССИВА БАЛАНСА	454
Манакова С.С. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В РОССИИ	460
Найденова Р.И., Полякова Е.В. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМИ АКТИВАМИ В КОНТЕКСТЕ ОПТИМИЗАЦИИ ФИНАНСОВОЙ ПОЛИТИКИ КОММЕРЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	464
Найденова Р.И., Виноходова А.Ф., Полякова Е.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ	470

Новикова О.А. ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	476
Терешина М.В., Онищенко М.В. ПОЛИТИКА РАЗВИТИЯ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ: ВОПРОСЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ	480
Полякова Е.В., Найденова Р.И. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАЛОГОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩЕГО СУБЪЕКТА	486
Полякова Е.Ю., Востокова С.Н. ФОРМИРОВАНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОЦИАЛЬНО – ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ	492
Ровенских М.В. ИССЛЕДОВАНИЕ КАТЕГОРИИ НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ	501
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНЪЮНКТУРНОЙ СИТУАЦИИ РЫНКА СТАЛИ Савон Д.Ю.	507
Самарина В.П. ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БЕЛГОРОДСКОГО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО КЛАСТЕРА	513
Скрипай А.А., Шикунова Е.К. ПУТИ СНИЖЕНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ТОРГСЕРВИС»)	519
Удовикова А.А., Скрипай А.А. ОРГАНИЗАЦИЯ АУДИТА РАСЧЕТОВ С БЮДЖЕТОМ ПО НАЛОГАМ И СБОРАМ	523

Тарасенко Г.М. ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ SOFTSKILLS У ВЫПУСКНИКОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ	528
Титова Д.В., Жилин Э.В. ФИРМА КАК ГЛАВНОЕ ЗВЕНО РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ	532
Удовикова А.А. ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА БУХГАЛТЕРСКОЙ ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ	536
Цемба Н.М. ИНТЕГРАЦИЯ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ	542
Терешина М.В., Цкаррозия Л.З. РЕСУРСЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ: УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ	546
<b>СЕКЦИИ: «НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ» И «РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ, РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ»</b>	551
Сидоров Д.В., Богов Ч.В., Габолаев В.В. ПРИНЦИПЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	551
Сидоров Д. В., Богов Ч. В., Габолаев В. В. РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИЙ АКТИВНО-АДАПТИВНЫХ СЕТЕЙ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УЧЕТА В УСТАНОВКАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ СРЕДНЕГО НАПРЯЖЕНИЯ	557
Бессмертный В.С., Здоренко Н.М., Брагина В.С., Варфоломеева С.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ СТЕКЛОФАЗЫ В ГЛИНАХ В УСЛОВИЯХ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАГРЕВА	563

Бессмертный В.С., Бондаренко М.А., Кочурин Д.В., Брагина В.С. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПОЛИМИНЕРАЛЬНОЙ ГЛИНЕ В УСЛОВИЯХ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОГО НАГРЕВА	569
Гаврина О.А., Тедеев Г.В., Цопанов М.Д., Шамаев О.В. РАСЧЕТ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПОДСТАНЦИИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА	576
Клюев Р.В., Муртазов Р.С., Нибежев Э.Р., Сохиев А.К. РАСЧЕТ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СЕТИ НАПРЯЖЕНИЕМ НИЖЕ 1 КВ ПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА	581
Ляхова Н.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ	586
Михайлюк Е.А., Прокопова Т.В., Михайлюк А.А. СЕЧЕНИЕ ЗАХВАТА ЦЕНТРОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗАРЯДА В ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ НА ОСНОВЕ InP	590
Гажова Е.Д. ГЕОМАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ	595
Еланцева Л.А., Фоменко С.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА СТОЙЛЕНСКОГО ГОКА НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	599
Шмыгалева Т.А., Анваров С.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭВМ РАДИАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ГЕРМАНИИ	606



Казанцев А.А., Демидов В.И.	610
НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕГИОНА	
Шульга А.М., Здарова Е.Р., Игуменова Т.И.	614
ПРИМЕНЕНИЕ ПИРОЛИЗНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ	