

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОВЕТ ДОНЕЦКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ДОНБАСС БУДУЩЕГО
ГЛАЗАМИ МОЛОДЫХ
УЧЕНЫХ

ПО МАТЕРИАЛАМ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ДОНБАСС БУДУЩЕГО ГЛАЗАМИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ»
19 ноября 2019 г.

Донецк 2019

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**ГОУВПО "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" (ДОННТУ)**



**ДОНБАСС БУДУЩЕГО ГЛАЗАМИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**Сборник материалов
научно-технической конференции**

19 ноября 2019г.

г. Донецк, ДонНТУ – 2019

ББК 65.30

УДК 330.341 (477.61/62)

Донбасс будущего глазами молодых ученых: сборник материалов научно-технической конференции, г. Донецк, 19 ноября 2019 г. – Донецк: ДонНТУ, 2019. – 232 с.

В сборнике представлены материалы научно-технической конференции “Донбасс будущего глазами молодых ученых”, состоявшейся 19 ноября 2019 г. в Донецке на базе Донецкого национального технического университета. Труды молодых ученых по вопросам приоритетных направлений научно-технического прогресса Донбасса представляют интерес для широкого круга исследователей, ученых, педагогов и специалистов различных отраслей науки и промышленности.

Редакционная коллегия:

Председатель СМУ ДонНТУ Е.С. Дубинка, члены СМУ ДонНТУ М.Ю. Ткачев, П.А. Гнитиев, М.С. Зорина, Д.А. Логвиненко, М.П. Руденко, В.В. Заверюха, Д.В. Бажутин

Рекомендовано к печати ученым советом ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет» Министерства образования и науки ДНР. Протокол №9 от 27 декабря 2019 г.

Контактный адрес редакции

СМУ ДонНТУ, ул. Артема, 58, Донецк, 283001

Эл. почта: smu.donntu@gmail.com

Интернет: <http://ysc.donntu.org>

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| <i>А.В. Доценко</i> Механизм принятия решения о защите объектов интеллектуальной собственности в условиях неопределённости | 8 |
| <i>В.Г. Беззуб</i> О возможности применения беспроводных систем связи при автоматизации технологических процессов в подземных условиях шахт | 12 |
| <i>В.В. Шаповалов, Т.А. Буй, Т.В. Машкова</i> Получение и свойства композиционных углеродсодержащих адсорбентов на основе минеральных и органических природных компонентов | 16 |
| <i>Н.Н. Чернышев, В.И. Зубин</i> Анализ котла-утилизатора при производстве серной кислоты как объекта управления | 21 |
| <i>С.Ф. Суков, Д.Д. Иванников</i> Анализ существующих систем управления ветроэнергетическими установками | 25 |
| <i>М. П. Руденко, А. В. Мажаяев</i> Нейросетевые инструменты в графическом дизайне | 29 |
| <i>И.А. Коцемир, В.С. Овдей</i> Параметрическая оптимизация действующих локальных систем регулирования по данным о системе на фиксированной частоте | 32 |
| <i>М.П. Руденко, В.Г.Прусов</i> Технологии дополненной реальности для демонстрации дизайн-проекта клиенту | 36 |
| <i>М.П. Руденко, Н.С. Шепеленко</i> Digital-активация как метод коммуникации компании с интернет-аудиторией | 39 |
| <i>А. С. Барвинок</i> Содержание научно-исследовательской деятельности студентов-магистрантов инженерного профиля | 42 |

| | |
|---|----|
| <i>В.И. Алимов, Л.М. Басенко</i> Коррозионный износ деталей почвообрабатывающей техники | 46 |
| <i>В.И. Алимов, М.С. Гладкова</i> Упрочнение деталей горно-шахтных конвейеров..... | 51 |
| <i>Е.К. Сафонова, А.С. Гнителива, И.А. Леоненкова</i> К вопросу проведения энергетического обследования на водогрейных котельных..... | 56 |
| <i>А. В. Гордиенко, А. И. Исаев, Н. Н. Дзюба</i> Экспериментальное определение наиболее значимых показателей реологических свойств продуктов Питания при их водорезании | 59 |
| <i>В.А. Горовенко</i> Управление качеством продукции на промышленных предприятиях | 64 |
| <i>О.Л. Дариенко, Е.Г. Курган</i> К вопросу соотношения понятий «социальная защита», «социальное обеспечение» и «социальное страхование» | 69 |
| <i>Н.В. Жукова, В.А. Рудаков</i> Концепция построения сар натяжения стальной полосы одноклетьевого реверсивного стана холодной прокатки | 74 |
| <i>Н.И. Захаров, В.А. Шатович, К.А. Сергеев</i> Энергосбережение при интенсификации диффузионного процесса в условиях внепечной дегазации расплава стали от растворенных водорода и кислорода продувкой аргона | 79 |
| <i>А.В. Коваленко, В.А. Павлюков, С.Н. Ткаченко</i> Об обеспечении невозгораемости силовых кабелей при реконструкции энергообъектов | 83 |
| <i>С.Н. Ткаченко, Е.Е. Корытченкова</i> Моделирование микрогрид-системы с использованием возобновляемых источников и накопителей энергии | 88 |

| | |
|--|-----|
| <i>Е.В. Курбацкий, А.В. Агарков</i> Совершенствование способа дистанционного контроля шахтной среды в изолированных пожарных участках при ведении аварийно-спасательных работ..... | 93 |
| <i>И. В. Ларин</i> Продовольственная безопасность Донецкой Народной Республики | 98 |
| <i>И.И. Ларина, В.С. Ожегов</i> Применение критериев оценки экономической эффективности при поперечной компенсации в электрических сетях | 102 |
| <i>Д.Д. Лысенко, Н.В. Жукова</i> Концепция построения САУ ТП производства порошковой проволоки..... | 106 |
| <i>В.Н. Крымов, Н.С. Назина</i> Влияние вида плазмообразующего газа на строение и твердость упрочненного слоя..... | 111 |
| <i>В.А. Новиков, Н.В. Жукова</i> Моделирование динамических процессов САУ процессом торкретирования дуговой сталеплавильной печи | 116 |
| <i>О.В. Плаксиенко, Р.А. Тишин, В.Д. Ашихмин, К.А. Подвигин, М.Ю. Маслова</i> Регулирование теплового режима в очистных забоях выемочных участков угольных шахт Донбасса | 120 |
| <i>О.В. Плаксиенко, Р.А. Тишин, К.А. Подвигин</i> Технические методы снижения вредного воздействия породных отвалов на окружающую среду посредством извлечения и переработки вмещающих пород..... | 126 |
| <i>К.А. Подвигин</i> Локальное охлаждение рудничного воздуха льдом..... | 130 |
| <i>С.В Горбатко, Е.И. Приходченко</i> Использование плавленых силикатных материалов в качестве добавки в бетон | 134 |

В.В. Пугач

Разработка системы автоматического управления котлом-утилизатором в условиях Зуевской ТЭС 137

В.А. Пишибис, Н.В. Жукова

Исследование возможности использования Fuzzy-П (пи) управления вместо Fuzzy-ПИД в лабораторной муфельной печи СНОЛ 143

Н.В. Рудава, А.Д. Азеева

Особенности стратегии инновационного развития экономической системы Донбасса 150

Д.А. Левина, Е.Н. Вишневская

Проектный подход к решению вопроса стареющего лифтового парка Донецкой Народной Республики, как инструмент повышения качества жилищно-коммунальных услуг 154

И.В. Маврина

Совершенствование системы кадрового менеджмента в социальном учреждении 158

А.В. Яковченко, А.В. Саксон

Совершенствование метода расчёта калибровок и технологии формовки полуцилиндрических заготовок для сварных труб большого диаметра на семиклетьевом формовочном стане 163

О. В. Сидоренко

План BEPS в системе международного налогообложения и перспективы его развития в странах СНГ 168

Д.А. Власенко, В.Д. Белоус

Анализ влияния фракционной подготовки флюсов на аглодомное производство 176

М.Ю. Ткачев

Разработка инновационных устройств выгрузки извести из шахтных обжиговых печей 180

С.П. Еронько, А.О. Майстренко

Перспективы и проблемы переработки отходов предприятий горно-металлургического комплекса 185

| | |
|--|-----|
| <i>А.А. Корепов, Е.А. Буленков</i> Использование технологий дополненной Реальности в машиностроении | 190 |
| <i>А.П. Кононенко, Р.И. Божко</i> Актуальность применения нагнетательных эрлифтных установок со струйными компрессорами | 193 |
| <i>Е.В. Ошовская, В.А. Сидоров, Н.А. Ченцов, Ю.А. Шамрай</i> Особенности диагностирования гидропривода холодильника МНЛЗ | 198 |
| <i>Г.Ю. Немов, С.В. Христенко, С.В. Неежмаков</i> Система автоматизированного управления Распределением воздуха в вентиляционной системе шахты | 202 |
| <i>А.В. Дмитренко</i> Разработка системы управления скребковым конвейером на базе ПЛК серии I-7000..... | 207 |
| <i>И.В. Храмов, Н.В. Процин</i> Анализ резервов по энергосбережению в нерегулируемых электроприводах | 211 |
| <i>В.Н. Крымов, Д.В. Чебану</i> Влияние термической обработки на структуру и износостойкость высокохромистого чугуна | 215 |
| <i>Н.Н. Чернышев, А.В. Чиркин</i> Разработка концепции САУ бетонно-смесительным узлом | 220 |
| <i>П.А. Чуваев,</i> Разработка системы управления ленточным конвейером на базе ПЛК серии I-7000..... | 225 |
| <i>П.А. Гнителив, В.А. Шатович</i> Высокотемпературный подогрев шихты в системе CONSTEEL | 229 |

УДК 001.891.573 : 347.775

**МЕХАНИЗМ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ЗАЩИТЕ ОБЪЕКТОВ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ
НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ**

А. В. Доценко, ассистент

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Доценко А.В. В статье представлен механизм отбора объектов интеллектуальной собственности, предлагаемый для государственного института защиты интеллектуальной собственности, с целью предотвращения негативных эффектов от нецелесообразных апробаций новшеств на территории Донецкой Народной Республики. Используя метод нейросетевого моделирования, представлен механизм принятия решения о целесообразности охраны объектов интеллектуальной собственности для институциональных органов защиты объектов интеллектуальной собственности, с учётом различных сценариев и рисков в экономической среде самопровозглашённого государства. Рассмотрен метод обратного обучения нейросетевой модели для предоставления корректного результата при использовании.

Ключевые слова: объект интеллектуальной собственности, нейросетевая модель, экономическая безопасность региона, негативный эффект, риски.

Dotsenko A.V. It is represented the methodology of the intellectual property objects selection for the state institution of the intellectual property rights protection, in order to prevent the negative consequences of the inappropriate adaptation in the Donetsk People's Republic economy. Using the neural network modeling method, it is surveyed the mechanism of decision making for the state institutions of protection the intellectual property objects rights, taking into account different economic scenarios and risks in the self-proclaimed state to prevent the danger of the state economic security. There is back propagation learning which fixes the final result of the model using.

Keywords: intellectual property object, neural network model, economic security of the state, negative consequences, risks.

Введение. В условиях динамически-меняющейся международной экономической среды технологический прогресс, развивающийся стремительными темпами, диктует чёткие требования к обеспечению конкурентоспособности не только товаров и услуг, но и, как следствие и самой

экономики. Основопологающим критерием конкурентоспособности являются не столько стоимость или же безграничные потребительские свойства конечного продукта, а уникальность технологического процесса производства самого продукта, обеспечивающая максимальное удовлетворение потребностей не только потребителя, как конечного пользователя, но и производителя, в виде получаемой сверхприбыли за счёт успешной реализации. Зачастую, процесс технологического реинжиниринга производственного процесса не обходится без использования технологически новшеств: разработанных, протестированных и удачно внедренных на предприятии. Подобного рода нематериальные активы, в большинстве случаев, представлены в виде патентов на изобретения, полезных моделей, ноу-хау, которые способны вывести производственные и социальные процессы, проходящие в обществе, на новый уровень. Тем не менее, внезапный переход от традиционных способов добычи полезных ископаемых, производства товаров и услуг к инновационным, может негативно повлиять на функционирование экономики государства, создав угрозу экономической безопасности в ряде отраслей промышленности и сельского хозяйства. Таким образом, существует потребность в разработке механизма избирательного подхода к охране объектов интеллектуальной собственности институциональными органами защиты интеллектуальной собственности (ИС), с целью предотвращения угрозы обеспечения экономической безопасности региона, при условии неконтролируемого внедрения новшеств для производства инновационного продукта среди основополагающих отраслях экономики.

Цель исследования. Целью данного исследования является выявление универсального механизма избирательного подхода к охране объектов интеллектуальной собственности для институциональных органов защиты ИС, используя методы нейросетевого моделирования, с целью предотвращения угрозы обеспечения экономической безопасности региона, в случае неконтролируемого внедрения новшеств для производства инновационного продукта в базовых отраслях экономики.

Материал и методы. Среди отечественных деятелей науки изучениями в данной сфере занимались: Кузнецов Ю.А., Перова В. И., Капалин В. И., Витохин И. В., и др. [1, 2]. Рассмотрением возможностей прикладного применения нейросетевого моделирования в оптимизации экономических процессов также занимались и зарубежные учёные такие, как: Хербрих Р., Келибах М., Боллманн-Сдорра П., Обермайер К., Боссе С., Манири Д., Мюллер К-Р., Виганд Т., Самек В. и др. [3, 4]. Основой научного исследования стали такие методы как: метод дедукции и обобщения, метод экономико-математического моделирования.

Результаты исследования. Помимо традиционного назначения в использовании нейросетевых моделей для прогнозирования экономических показателей, также нейросетевые модели являются эффективным

инструментарием в оптимизации управленческих решений с учётом постоянно меняющихся условий функционирования экономики.

Учитывая конкуренцию на современном рынке товаров и услуг, предприятия вынуждены адаптироваться к существующим реалиям и адекватно реагировать на действия конкурентов, предлагающих более качественный продукт, обладающий неограниченным функционалом по цене, зачастую, ниже рыночной. Таким образом, использование традиционных подходов снижения цены на производимый товар или услугу не приносит значимого результата в конкурентной борьбе за внимание потребителя. Обращаясь к интенсивным способам повышения конкурентоспособности, юридические лица всё чаще прибегают к разработке и внедрению технологических нововведений, требующих тщательной защиты от избыточного внимания оппонентов. Затяжные «конкурентные войны» вынуждают производителей разрабатывать инновационные подходы к производству и реализации конечного продукта, тем самым создавая, на первый взгляд, привлекательные альтернативы для иных, более эффективных, ранее неиспользуемых способов. Как следствие, существующий взаимовыгодный механизм внутригосударственной хозяйственной кооперации, дополняющий профильную деятельность отечественных предприятий, неосознанно подвергается серьёзному риску. То есть ряд ранее градообразующих, жизненно важных предприятий становятся не актуальными, в связи с внедрением запатентованных технологий в производственный процесс и современных способов ведения хозяйственной деятельности, создающие массу ущерба отечественной экономике: усугубление ситуации на рынке труда, в следствии безработных (ранее занятых работников), создание непредвидимых финансовых обязательств для предприятия перед государством и ранее трудоустроенными гражданами, возникновение территорий – «депрессивных регионов», непригодных для полноценной жизни населения, что стимулирует негативные миграционные процессы внутри региона (перенаселение промышленных центров, эмиграция человеческого капитала за рубеж, как следствие – возрастной дисбаланс и старение населения государства).

Для того, чтобы предотвратить подобного рода непредвиденные последствия от защиты и внедрения технологий, которые являются стимулом к экономической деградации региона, предлагается использовать на уровне государственного института защиты объектов интеллектуальной собственности (ОИС), механизм нейросетевого моделирования, позволяющий оптимизировать процедуру принятия решения об отказе в охране и применении заведомо нецелесообразных в использовании ОИС, где входными данными модели (нейронами первого порядка) будут различные риски, политические и экономические условия, сопутствующие при запросе правообладателя о защите ОИС. Выходными же данными является положительное или отрицательное решение государственных

институциональных органов по охране объектов интеллектуальной собственности о необходимости защиты ОИС, поступившего на рассмотрение.

Выводы. Использование механизмов нейросетевого моделирования в решении проблем предотвращения нежелательного внедрения ОИС в экономику позволяет избежать непредвиденных рисков и наступления летальных исходов для развития государства, благодаря предлагаемой универсальной методике обобщения, предоставляющей корректный ответ вне зависимости от происходящих условий во внешней и внутренней среде государства. Большая часть нейросетевых моделей подлежит дальнейшей корректировке и глубокому программному обучению, что формирует условия для продолжения дальнейших экономико-математических исследований.

Список литературы

1. Капалин, В. И. Нейросетевое моделирование систем управления / В. И. Капалин, И. В. Витохин, Д. Ч. Нгуен, Н. Х. Нгуен // Научные ведомости. – 2009. – №9 (64). – С. 87-92.
2. Кузнецов, Ю. А. Использование нейросетевого моделирования в анализе деятельности крупнейших компаний Российской Федерации / Ю. А. Кузнецов, В. И. Перова // Экономический анализ: теория и практика. – 2010. – №31(169). – С. 32-42.
3. Herbrich, R. Neural Networks in Economics: Background, Applications and New Development / R. Herbrich, T. Graepel, K. Obermayer, M. Keilbach, P. Bollmann-Sdorra // Advances in Computational Economics. – 1998. – vol. 11 – P. 1-27.
4. Bosse, S. Deep Neural Networks for No-Reference and Full-Reference Image Quality Assessment /S. Bosse, D. Maniry, K-R. Muller, T. Wiegand, W. Samek // IEEE Transactions on image processing. – 2018. – vol. 27. – №. 1. – P. 206-219.

УДК 621.396

**О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ПРИ
АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОДЗЕМНЫХ
УСЛОВИЯХ ШАХТ**

Беззуб В.Г., магистрант

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Беззуб В.Г. В статье изучаются возможность применения беспроводных систем связи в подземных условиях шахт, провести критический анализ сетей. Для мониторинга параметров систем в подземной промышленности применяются следующие беспроводные системы: Wi-Fi, WSN, WMSN, проведен их критический анализ. Построена сетевая структура беспроводной системы передачи данных по сети WMSN. По сравнению с WSN, WMSN позволяет извлекать мультимедийные потоки, которые обычно информативны и могут использоваться для реализации подробного и точного мониторинга окружающей среды.

Ключевые слова: беспроводные сети, автоматизация, wi-fi, мониторинг, подземные условия шахты, система.

Bezzub V.G. The purpose of the research is to study the possibility of using wireless communication systems in underground mine conditions, to conduct a critical analysis of networks. Research results: for monitoring the parameters of systems in the underground industry, the following wireless systems are used: Wi-Fi, WSN, WMSN, their critical analysis was carried out. The network structure of the wireless data transmission system over the WMSN network is built. Compared to WSN, WMSN allows you to extract multimedia streams that are usually informative and can be used to implement detailed and accurate environmental monitoring. Therefore, it is an effective tool for providing multimedia surveillance in underground mine conditions.

Keywords: wireless networks, automation, wi-fi, monitoring, underground mines conditions, system.

Повышение эффективности автоматизации производства в подземных условиях шахт во многом определяется возможностями и состоянием используемых систем связи, в том числе, систем беспроводной связи.

Известно, что системы связи могут быть проводными и беспроводными. Нормативными документами по безопасности и эксплуатации, например, очистных и проходческих комплексов, рекомендуется использовать беспроводную систему связи [1].

Системы беспроводной связи для подземных условий шахт должны обеспечивать своевременную и гарантированную передачу технологической информации, а также сигналов аварийного оповещения, циркулирующей в

автоматизированных системах дистанционного контроля и управления. Это требует внедрения самых современных технологий беспроводной связи, характеризующихся возможностью качественной передачи значительного объема оперативной информации с высокой надежностью системы передачи [2].

Каждый трудящийся с персональной портативной радиостанцией, независимо от его положения в подземных выработках шахты, должен находиться в едином радиопространстве (радиопокрытии), создаваемое базовой станцией (станциями).

Радиус действия беспроводной сети зависит от многих параметров, но размер его по шахтным меркам не велик. К основным условиям определяющих дальность работы относятся: тип используемого протокола, мощность передатчика, коэффициент усиления антенн и коэффициент затухания сигнала в антенных кабелях, препятствия и помехи на пути сигнала, дальность охвата. Радиус действия станций может достигать до 250 м на открытой местности, что позволяет строить кластеры (подсети) протяженностью до 4 км [3].

Проведен анализ существующих беспроводных сетей Wi-Fi, WSN, WMSN для использования их в подземных условиях шахт. Результаты следующие.

Стандарт Wi-Fi (англ. Wireless Fidelity - «беспроводная точность») используется для создания стационарных компьютерных сетей высокой пропускной способности. Позволяет создавать сети в местах, где нельзя проложить кабель. Работает на частоте 2.4 ГГц, на расстояниях до 250 м. Основные изготовители Wi-Fi оборудования: CiscoSystems, Intel, TexasInstruments и Proxim. Решения по созданию многофункциональной информационной сети в рудничных условиях на основе технологии Wi-Fi предлагают компании НПФ «ГРАНЧ» (Россия) и BeckerMiningSystems (Германия).

Достоинствами стандарта Wi-Fi являются: простое подключение абонентов, не требующее кабелей, а также мобильность, гибкость и масштабируемость сети, не требует знания сетевых технологий. Недостатком стандарта Wi-Fi является незащищенность среды передачи.

Беспроводные сенсорные сети (WSN) используют метод модуляции с несколькими несущими частотами, известного как метод мультиплексирования с ортогональным разделением частот. Это позволяет обойти требование наличия «прямой видимости» (Line-of-Sight, LOS), что важно для подземных условий шахт. Кроме того, сети WSN обладают следующими преимуществами: простая конфигурация, гибкость для сокращения или расширения диапазона мониторинга, высокая отказоустойчивость и мобильность [4].

Однако, среда мониторинга в угольной шахте очень сложна и постоянно меняется, и простые скалярные данные, собираемые традиционными WSN, не отвечают требованиям комплексного мониторинга среды угольной шахты, что приводит к острой необходимости во внедрении информационного

мультимедийного контента, в виде видео и аудио потоков и неподвижных изображений на основе сенсорной сети в угольных шахтах.

На основе WSN были созданы беспроводные мультимедийные сенсорные сети WMSN (Wireless sensor networks). Это новые типы сенсорных сетей, которые решают эту проблему. Узлы датчиков WMSN обычно включают в себя недорогие устройства, такие как камеры CMOS, микрофоны и другие дополнительные датчики, которые можно использовать для извлечения простых данных об окружающей среде. По сравнению с WSN, WMSN позволяет извлекать мультимедийные потоки, которые обычно информативны и могут использоваться для реализации подробного и точного мониторинга окружающей среды. Поэтому это эффективное средство для обеспечения мультимедийного наблюдения в подземных условиях шахты.

Сетевая структура беспроводной системы передачи данных по сети WMSN в подземных условиях шахт показана на рисунке 1.

Применение видеоконтрольных панелей, контроллеров и регулируемых электроприводов позволит значительно увеличить объем информации, поступающий автоматически из забоя горному диспетчеру, что существенно сократит объем телефонных переговоров диспетчера как в штатных, так и в нештатных ситуациях, переведя его работу на новый уровень. Дальнейшее развитие этого направления в перспективе даст возможность создания удаленного рабочего места машиниста комбайна. Появятся добычные и проходческие комплексы с удаленным управлением, что значительно повысит безопасность ведения горных работ.

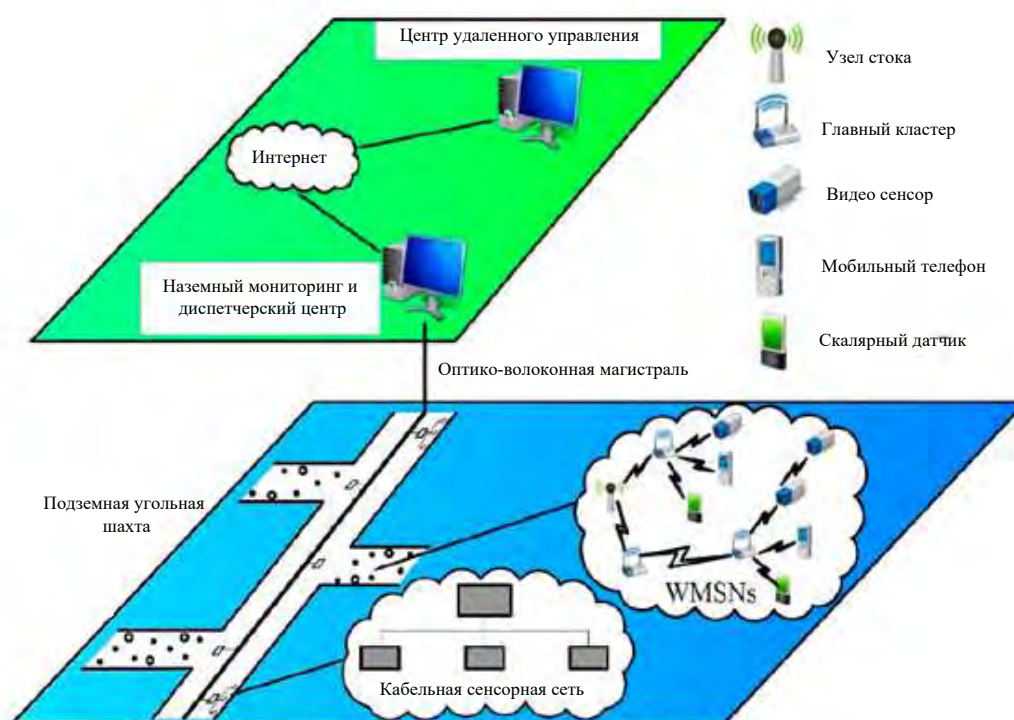


Рисунок 1 – Сетевая структура беспроводной системы передачи данных по сети WMSN в подземных условиях шахт

Список литературы

1. НПАОП 10.0-3.01-90. Нормативы по безопасности забойных машин, комплексов и агрегатов. Министерство угольной промышленности СССР, Макеевка, 1990г. – 103 с.
2. Пахомов, Г. И. Технологии Wi-Fi и WiMAX в горной промышленности // Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления // Г. И. Пахомов, С. И. Головин, А. Д. Калашников, Е. С. Каширина, 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-wi-fi-i-wimax-v-gornoj-promyshlennosti>.
3. Кубрин, С.С. Беспроводные сенсорные сети в угольных шахтах, 2011г.
4. Fiscor, S.: 'Miners Quickly Adopt New Communication Systems', Coal Age – The Magazine for Mining and Processing Professionals, January 2011, pp. 2-6.

УДК 628.583+ 541.183

**ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ
УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ АДсорбЕНТОВ НА ОСНОВЕ
МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ ПРИРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ**

В.В. Шаповалов, д.х.н.

Т.А. Буй, студент

Т.В. Машкова, студент

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк,
Донецкая Народная Республика*

Шаповалов В.В., Буй Т.А., Машкова Т.В. В работе проанализирована возможность получения углеродсодержащих адсорбентов из пивной дробины, а также из композиций содержащих крахмал и микрокремнезем. Установлено влияние различных добавок на термический процесс получения адсорбентов и их качество. Исследована эффективность очистки воды и газов с использованием полученных адсорбентов.

Ключевые слова: активные угли, пиролиз, пивная дробина, крахмал, фенол, адсорбция.

Shapovalov V.V., Bui T.A., Mashkova T.V. The paper analyzes the possibility of obtaining carbon-containing adsorbents from beer grains, as well as from compositions containing starch and silica micro. The effect of various additives on the thermal process of producing adsorbents and their quality has been established. The efficiency of water and gas purification using the obtained adsorbents was investigated.

Keywords: active coals, pyrolysis, beer pellets, starch, phenol, adsorption.

Адсорбция является одним из наиболее эффективных методов очистки воды и воздуха, содержащих органические примеси. Адсорбенты производят путем термического разложения, карбонизации и активации естественных и искусственных углеродсодержащих веществ [1].

В качестве адсорбентов могут выступать разнообразные материалы с высокой удельной поверхностью: пористый углерод (наиболее распространенная форма – активированный уголь), силикагели, цеолиты, а также некоторые другие группы природных минералов и синтетических веществ. Высококачественные адсорбенты получают пиролизом малосмолистых пород деревьев, например березы, что, безусловно, не приемлемо как с социальной, так и с экологической точек зрения. Поэтому в

настоящее время активно разрабатываются способы получения активных углей из альтернативного сырья.

Основной целью данной работой является разработка способа получения новых адсорбентов из быстро возобновляемого растительного сырья, а также углеродсодержащих отходов пищевых производств. В качестве такого сырья могут выступать сахар или отходы сахарного, пивного производства, крахмал, мука, а также другие вещества, имеющие примерно такой же химический состав, как и древесина. Значительный интерес для получения адсорбентов представляет пивная дробина являющаяся отходом пивоваренного производства – гуща, остающаяся после варки и отсасывания ячменного суслу. Содержит частицы ядер и оболочки зерна. Используется в кормлении животных в сушёном и свежем виде, для производства биогаза. Утилизация пивной дробины является большой экологической проблемой для пивоваренных компаний. В настоящее время скопились сотни тысяч тонн данного отхода. Пивная дробина представляет собой смесь растительных и микробных белков, сложных углеводов, органических кислот и других веществ (табл.1). Наличие углеродсодержащего материала предопределяет возможность получения из данного материала сорбентов для очистки вод [2].

Таблица 1- Химический состав пивной дробины

| Компонент | Содержание, % |
|----------------------|---------------|
| Вода | 3,9 |
| Липиды | 5,1 |
| Белок | 18,6 |
| Углеводы | 70,4 |
| Минеральные вещества | 2,0 |
| Клетчатка | 22,9 |
| Крахмал | 48,1 |

Значительный интерес для получения адсорбентов представляет микрокремнезем (МК), непосредственно как адсорбент, так и как носитель-подложка для других сорбентов. По гранулометрическому составу средний размер частиц МК составляет около 0,1 микрон. К микрокремнезему можно отнести трепел – природный осадочный минерал, присутствующий в ДНР и содержащий до 80 % активного кремнезема SiO_2 , состоящий из мелких сферических глобул, размером 0,01 - 0,02 мм. Высокая пористость (80 %) и низкая средняя плотность трепела определили их использование в качестве изоляционных, фильтровальных, строительных материалов, а также в качестве поглотителей, катализаторов, наполнителей и адсорбентов.

Для повышения адсорбционных и ионнообменных свойств, трепел необходимо активировать, например, совмещая его с другими, например, углеродсодержащими компонентами. Как нами ранее установлено, перспективным является способ получения адсорбентов путем совместного пиролиза трепела и крахмала. Крахмал $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ – смесь полисахаридов амилозы и амилопектина, широко распространён в природе. Наиболее богато

крахмалом зерно злаковых растений: риса (до 86 %), пшеницы (до 75 %), кукурузы (до 72 %), а также клубни картофеля (до 24 %) [2].

Крахмал благодаря высокому содержанию углерода может выступать перспективным легко возобновляемым сырьем для производства активированных углей. Существенным ограничением при пиролизе крахмала для получения активных углей является образование большого набора различных органических соединений, в том числе и смолистых, которые препятствуют получению пористого адсорбента. Данные ИК-спектроскопии (табл.2) показывают, что в результате пиролиза рассматриваемого сырья образуются разные классы органических соединений, включая спирты, альдегиды, кетоны и др.

Таблица 2 - Характеристические частоты газообразных продуктов пиролиза системы трепел - крахмал при температуре 600 °С

| Образец | Спектральная информация, см ⁻¹ | Характеристические частоты, см ⁻¹ |
|------------------|---|---|
| Трепел - крахмал | 3700 - 3600 | -ОН |
| | 3100 - 2900 | -СН |
| | 3008 - 2960 | -СО-ОН 3000-2900, 1450 – 1350, 1750-1700, 1300 – 1200 |
| | 2376 - 2950 | СО ₂ |
| | 2143 - 1117 | СН ₃ -(С=О) 2000-1650, 1350, 1450 |
| | 1738 | С=О 1850 – 1650 |
| | 1344 – 1302 - 1264 | СО-ОН 1700-1175, 1100-1300, 1250-1150 |
| | 500-690 | С≡С 700-600, 2260-2100 |

Часть такого типа соединений остаются и в составе образующегося адсорбента, загрязняя очищаемую систему. В табл.3 приведены результаты увеличения оптической плотности воды после ее контакта с продуктами пиролиза крахмалсодержащих композиций. Данные свидетельствуют, что в продуктах пиролиза содержится значительное количество компонентов, переходящих из адсорбента в воду, по сути, загрязняя ее. Нами установлено, что добавление таких солей как AlCl₃ и NaCl уменьшает содержание водорастворимых веществ в продуктах пиролиза

Таблица 3 – Зависимость оптической плотности растворов после контакта воды с продуктами пиролиза крахмалсодержащих композиций (отношение вода:продукты=40:1).

| Исходный состав смеси для получения адсорбента | Время выдержки при 600 °С, мин. | Оптическая плотность | |
|--|---------------------------------|----------------------|------------|
| | | λ = 340 нм | λ = 560 нм |
| | | | |

| | | | | | |
|--------------|-------------|-------------------------------------|-----|------|------|
| Крахмал | - | - | 120 | >2 | 0,45 |
| Крахмал | - | +5% Na ₂ SO ₄ | 60 | >2 | 0,80 |
| Крахмал | - | +5% KCl | 60 | >2 | 0,60 |
| Крахмал | - | +5% AlCl ₃ | 60 | 0,62 | 0,16 |
| Крахмал | - | +5% NaCl | 60 | 1,25 | 0,45 |
| Крахмал(50%) | Трепел(50%) | +5% NaCl | 60 | 0,07 | 0,03 |

Особо следует отметить, что использование трепела в качестве компонента смеси с добавкой хлорида натрия позволяет получить практически прозрачные растворы, т.е. водорастворимых соединений в адсорбенте не образуется. Обработка полученного адсорбента органическими растворителями также не выявила наличие растворимых соединений.

В таблице 4 представлены данные по поглощения фенола из водных растворов адсорбентами полученными пиролизом систем крахмал-трепел-добавка.

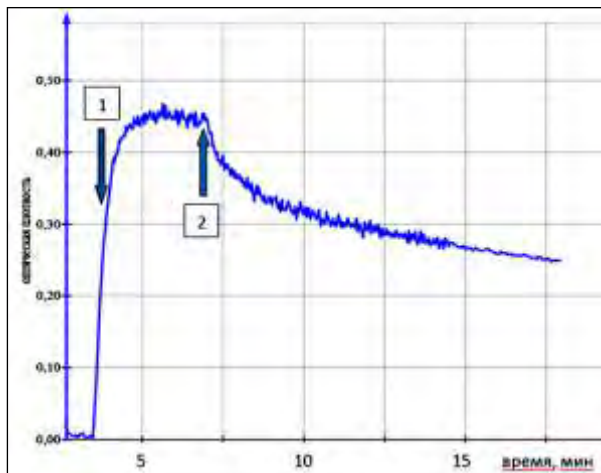
В таблице 5 представлены данные об адсорбции фенола из водного раствора системой пивная дробина-добавка. Как видно, значительное увеличение адсорбционной емкости дробины достигается при ее обработке перед пиролизом раствором щелочи.

Таблица 4 Адсорбция фенола продуктами пиролиза системы крахмал-трепел с различными добавками. Исходная концентрация фенола в растворе равна 1 мг/л.

| Система | Емкость адсорбента, мг/г |
|---|--------------------------|
| крахмал + трепел + NaH ₂ PO ₄ 20% | 21 |
| крахмал + трепел + аммоний ванадиевокислый 20% | 19 |
| крахмал + трепел + LiF 20% | 17 |
| крахмал + трепел + CuCl ₂ *2H ₂ O 20% | 23 |
| крахмал + трепел +Na ₂ CO ₃ 20% | 17 |
| крахмал + трепел + CuSO ₄ *5H ₂ O 20% | 25 |

Таблица 5 – Адсорбция фенола продуктами пиролиза пивной дробины с различными добавками. Исходная концентрация фенола в растворе 1 мг/л.

| Состав системы перед пиролизом | Емкость адсорбента, мг/г |
|--|--------------------------|
| Дробина чистая измельченная | 15 |
| Дробина чистая не измельченная | 19 |
| Дробина + 2 % NaH ₂ PO ₄ | 12,5 |
| Дробина + 2 % ZnCl ₂ | 16,5 |
| Дробина + 5 % p-p NaOH | 33,5 |
| Дробина +10% p-p KOH | 30,6 |
| Дробина +10% p-ра K ₂ CO ₃ | 33,5 |
| БАУ(березовый активированный уголь) | 43,5 |



Полученные адсорбенты кроме адсорбции вредных компонентов из воды показали удовлетворительные результаты и при адсорбции органических веществ из воздуха (рис.1).

Рисунок 1 - Адсорбция паров изопропилового спирта адсорбентом на основе системы крахмал-трепел. 1- введение в измерительную систему спирта, 2 – начало процесса сорбции

Список литературы

1. Кинхле Х. Активные угли и их промышленное применение / Х. Кинхле, Э. Бадер . – Л.: Химия, 1984, - 216 с.
2. Волотка Ф.Б. Технологическая и химическая характеристика пивной дробины / Ф.Б. Волотка, В.Д. Богданов // Вестник ТГЭУ. 2013, № 1.- с. 114-124.

УДК 681.5:661.2

АНАЛИЗ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Н.Н. Чернышев, доцент
В.И. Зубин, магистрант

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Чернышев Н.Н., Зубин В.И. Работа посвящена анализу котла-утилизатора как объекта управления в технологическом процессе получения сернистого ангидрида. Применен метод декомпозиции с учетом конструкции объекта, однообразия протекающих в них физических и технологических процессов. Определены основные переменные, влияющие на температурный режим котла-утилизатора.

Ключевые слова: котел-утилизатор, технологический процесс, сернистый ангидрид, объект управления.

Chernyshov N.N., Zubin V.I. The work is devoted to the analysis of a waste heat boiler as a control object in the technological process for producing sulfur dioxide. The decomposition method is applied taking into account the design of the object, the uniformity of the physical and technological processes taking place in them. The main variables that affect the temperature regime of the waste heat boiler are determined.

Keywords: waste-heat boiler, technological process, sulfur dioxide, control object.

Введение. Технологический процесс получения сернистого ангидрида представляет собой сложную многосвязную термодинамическую систему, которая может быть представлена в виде объекта с несколькими входными и выходными величинами [1]. При составлении математического описания исследуемого процесса предлагается использовать принцип декомпозиции [2]. Для каждого локального объекта производится анализ отдельных процессов, протекающих в объекте, на основе которого строится математическое описание каждого из них, далее происходит объединение всех описаний полученных в единое математическое описание объекта моделирования технологической системы [3].

Цель исследования - получение математической модели котла-утилизатора в технологическом процессе получения сернистого ангидрида.

Задача построения математической модели технологического процесса получения сернистого ангидрида усложняется тем, что аппараты установки, как тепловые объекты, описываются распределенными теплофизическими

параметрами. Для упрощения задачи предлагается использовать модель с сосредоточенными параметрами. Масса и энергия в этом случае сосредоточены в нескольких материальных точках, а физические величины, характеризующие процессы, протекающие в аппаратах, не зависят от пространственных координат и являются лишь функциями времени, т.е. считается, что параметры в системе постоянны по длине конечных участков [2].

Методы исследования. Декомпозиция на локальные объекты должна учитывать единство конструкции, однообразие протекающих в них физических и технологических процессов, а также сравнительную простоту математического описания. Согласно принципу декомпозиции технологический процесс получения сернистого ангидрида разбит на три технологических участка (ТУ): котел-утилизатор, камера дожигания [3].

С точки зрения теории управления, каждый ТУ как объект автономного управления характеризуется векторами входных \bar{u}_i , выходных \bar{y}_i и возмущающих переменных \bar{f}_i . В схематических представлениях ТУ (рис. 1), как локальных объектов управления, произведено ранжирование переменных в соответствии с общепринятой методикой.

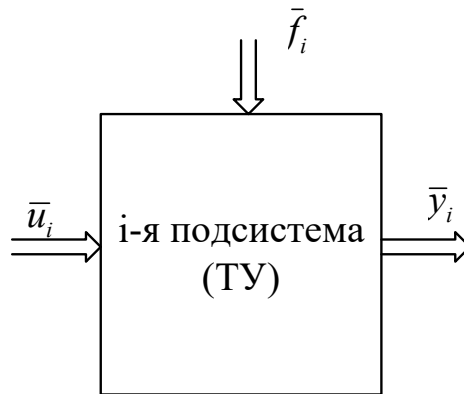


Рисунок 1 - Представление ТУ как объекта управления

Результаты исследования. Технологический участок котел-утилизатор как объект управления представлен на рис. 2.

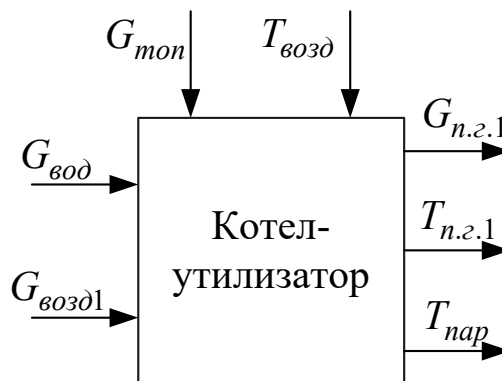


Рисунок 2 - Технологический участок котел-утилизатор как объект управления

ТУ печь-котел характеризуются следующими компонентами векторов:

$$\begin{cases} \bar{u}_1 = (G_{вод}, G_{возд1}); \\ \bar{y}_1 = (G_{н.г.1}, T_{н.г.1}, T_{пар}); \\ \bar{f}_1 = (G_{мон}, T_{возд}), \end{cases} \quad (1)$$

где $G_{вод}$ – расход воды, м³/ч;

$G_{возд1}$ – расход воздуха на горение, м³/ч;

$G_{н.г.1}$ – расход первичных продуктов горения, м³/ч;

$T_{н.г.1}$ – температура первичных продуктов горения, °С;

$T_{пар}$ – температура пара, °С;

$G_{мон}$ – расход сероводородного газа, м³/ч;

$T_{возд}$ – температура воздуха, °С.

ТУ камера дожигания как объект управления представлен на рис.3.

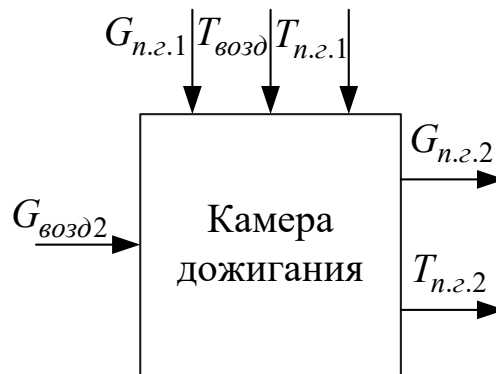


Рисунок 3 - Технологический участок камера дожигания как объект управления

ТУ камера дожигания характеризуются следующими компонентами векторов:

$$\begin{cases} u_2 = (G_{возд2}); \\ \bar{y}_2 = (G_{н.г.2}, T_{н.г.2}); \\ \bar{f}_2 = (G_{н.г.1}, T_{возд}, T_{н.г.1}), \end{cases} \quad (2)$$

где $G_{возд2}$ – расход воздуха на горение, м³/ч;

$G_{н.г.2}$ – расход вторичных продуктов горения, м³/ч;

$T_{н.г.2}$ – температура вторичных продуктов горения, °С.

Выводы. Определены основные переменные, влияющие на температурный режим котла-утилизатора.

Список литературы

1. Гребенюк, А.Ф. Особенности и принципы регулирования режима сжигания сероводородного газа в установках мокрого катализа / А.Ф. Гребенюк, М.В. Пьянков, А.В. Милютин, А.Ф. Черныш // Углекислотный журнал. – 2007. – №3-4. – С. 41–44.
2. Балакирев, В.С. Математическое описание объектов управления в химической промышленности / В.С. Балакирев. – М.: МИХМ, 1973. – 129 с.
3. Ткаченко, В.Н. Разработка и исследование математической модели технологического процесса производства серной кислоты / В.Н. Ткаченко, Н.Н. Чернышев // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. обчислювальна техніка та автоматизація. – Донецьк: ДонНТУ. – 2009. – Вип. 16 (148). – С. 22-29.

УДК 621.316.728:621.365.39:621.548.5

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ

С.Ф. Суков, профессор
Д.Д. Иванников, студент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Суков С.Ф., Иванников Д.Д. В статье рассматриваются типы ветроэнергетических установок, способы управления ветроэнергетическими установками, особенности конструкции и их производительность. Определяется наиболее эффективный способ управления ветроэнергетической установки с наибольшим КПД.

Ключевые слова: КПД, ВЭУ, зарядный ток, управление, ротор, АКБ, преобразователь.

Sukov S.F., Ivannikov D.D. The article discusses the types of wind power plants, ways to control wind power plants, design features and their performance. The necessary control method for the wind power installation with the highest efficiency is determined.

Keywords: Efficiency, wind turbines, charging current, control, rotor, battery, converter.

Ветроэнергетическая установка (далее ВЭУ) - это устройство преобразовывающее кинетическую энергию потока ветра в механическую при помощи вращения ротора.

Выделяют два основных типа ВЭУ: ВЭУ с вертикальной осью вращения (далее ВОВ) и горизонтальной. ВЭУ с горизонтальной осью вращения имеют достаточно высокий коэффициент использования энергии ветра - около 0,45. Кроме того, их применение удобно в крупных установках, где механическая прочность достигается увеличением площади поперечного сечения применяемых конструкций. Их размещают там, где ветер имеет преимущественно постоянное направление. В случае непостоянства направления используются сервоприводы, ориентирующие ветроколесо в соответствии с направлением ветра. Однако ВЭУ с горизонтальной осью имеют ряд недостатков, в том числе необходимость подстройки под направление ветра, что существенно усложняет конструкцию и увеличивает стоимость установки в целом. Это существенно затрудняет применение установок данного

типа в малой ветроэнергетике. К недостаткам данной конструкции можно отнести также повышенный шум из-за эффекта «срыва потока».

ВЭУ с вертикальной осью вращения вследствие своей геометрии при любом направлении ветра находятся в рабочем положении. Кроме того, такая схема при необходимости позволяет за счет только удлинения вала установить редуктор с генераторами внизу башни.

Принципиальными недостатками таких установок являются:

- большая подверженность их усталостным разрушениям из-за часто возникающих в них автоколебательных процессов;
- пульсация крутящего момента, приводящая к нежелательным пульсациям выходных параметров генератора [4].

Тем не менее, в малых по мощности ВЭУ применение ветроколеса с вертикальной осью вращения является перспективным, поскольку применение современных материалов и правильный механический расчёт и балансировка ветроколеса может свести к приемлемому минимуму колебания ветроколеса.

Наиболее простым в реализации является способ управления мощностью со свободной частотой вращения ротора ветроколеса изображенный на рисунке 1



Рисунок 1 – Схема свободной частоты вращения

В этом способе управления ВЭУ ротор ветроколеса напрямую соединен с ротором синхронного генератора с возбуждением от постоянных магнитов. Обмотки генератора подключены ко входу диодного выпрямительного моста, выход которого подключен к аккумуляторной батарее [136].

В процессе работы такой ВЭУ при изменении скорости ветра изменяется напряжение на выходе генератора и выпрямителя соответственно. То есть, чем меньше скорость ветра и, соответственно, скорость вращения ротора, тем ниже выходное напряжение, поступающее на аккумуляторную батарею [124]. Зарядный ток в АКБ перестает течь, что приводит к уменьшению снижению электромагнитного момента. При увеличении скорости ветра частота вращения генератора стремится увеличиться, что приводит к увеличению выходного напряжения генератора и росту тока в аккумуляторную батарею. Увеличение тока приводит к увеличению электромагнитного момента генератора на валу ветроколеса, что не позволяет ему разогнаться выше определенной частоты вращения, чем и достигается стабилизация [47].

Преимущества способа управления мощностью без изменения частоты вращения:

- этот способ не требует таких агрегатов, как коробка передач или механизм изменения установочного угла лопастей, что позволяет упростить конструкцию ветроколеса, при этом увеличив ее надежность[46];

- способ обеспечивает возможность применения генератора с возбуждением от постоянных магнитов, что позволяет повысить КПД генератора и всей ветроэнергетической установки в целом, т.к. такой генератор не требует электрической энергии на возбуждение магнитного поля;

- использование упрощенной схемы преобразования переменного электрического тока генератора в постоянный ток заряда аккумуляторной батареи с помощью диодного выпрямительного моста позволяет упростить электрооборудование ветроэнергетической установки и уменьшить стоимость конечного изделия.

Недостатки этого способа:

- эффективная работа ВЭУ обеспечивается только в узком диапазоне скоростей ветра;

- необходимо применять специальные меры для защиты от превышения мощности при скорости ветра, превышающей номинальную.

Другим способом является управления мощностью – способ управления мощностью при переменной частоте вращения ветроколеса.

При регулярно меняющейся скорости ветра и постоянных геометрических габаритах аэродинамических поверхностей ветроколеса, наибольшая эффективность ветроколеса достигается при изменении частоты вращения ротора ветроколеса согласно определенной закономерности[60]. Эта закономерность задается с помощью параметра «быстроходность» — отношения линейной скорости конца лопасти к скорости ветра. Для каждой конструкции ветроколеса со своими геометрическими размерами существует определенное значение быстроходности, при которой ветроколесо обеспечивает наибольший КПД. Для обеспечения эффективной работы ВЭУ требуется постоянно поддерживать эту быстроходность на требуемом уровне, изменяя частоту вращения ротора ветроколеса вслед за изменяющейся скоростью ветра[58].

При изменяющейся частоте вращения вала ветроколеса и генератора соответственно, синхронный генератор будет вырабатывать электрический ток, изменяющийся по амплитуде и по частоте[48]. Для работы ВЭУ необходим преобразователь электрической энергии[138]. Такой преобразователь должен из переменного тока генератора вырабатывать в постоянный ток указанной величины для обеспечения такого режима работы ВЭУ, чтобы мощность нагрузки генератора обеспечивала требуемую частоту вращения ветроколеса при заданной скорости ветра (требуемую быстроходность)

Преимущества способа:

- использование электрического управления скорости вращения ветроколеса позволяет обеспечить эффективную работу ветроэнергетической установки в широком диапазоне скоростей ветра[7];
- использование этого способа позволяет сохранить простоту конструкции ветроэнергетической установки, переложив функции исполнительного устройства системы управления ВЭУ на электрический преобразователь;
- использование управляемого электрического преобразователя позволяет обеспечить защиту электрического генератора от перегрузки в условиях чрезмерно высоких скоростей ветра, например, при возникновении буревых ветров или штормов.

Недостатки способа:

- для работы этого способа в системе управления ветроэнергетической установки требуется использование анемометра, либо другого устройства определения текущей скорости ветра;
- использование управляемого электрического преобразователя приводит к усложнению электрической части конструкции ветроэнергетической установки, предъявляя высокие требования к надежности электрооборудования. Однако на существующем уровне развития преобразовательной техники этот недостаток не является существенным.

Выводы. Анализируя описанные выше способы управления мощностью ВЭУ можно сделать вывод, что наиболее простым и распространенным способом управления является работа при свободной частоте вращения ветроколеса. В то же время ветроэнергетические установки, работающие при таком управлении, не могут обеспечить эффективное функционирование в широком диапазоне скоростей ветра и требуют дополнительных механизмов для защиты конструкции ВЭУ при избытке ветровой мощности. Наиболее эффективным способом, обеспечивающим работу ВЭУ в широком диапазоне скоростей ветра, является работа при переменной частоте вращения ветроколеса с использованием управляемого преобразователя переменного зарядного тока в постоянный по заданному алгоритму, когда при изменении скорости ветра изменяется частота вращения ветроколеса, обеспечивающая работу ветроколеса с наибольшей эффективностью.

Список литературы

1. Безруких, П.П. Использование энергии ветра / П.П. Безруких. – М.: Колос, 2008. – С. 9-158.
2. Ваулин, С. Д. Электрический генератор для газотурбинной установки // Альтернативная энергетика И ЭКОЛОГИЯ // С.Д. Ваулин, С. А. Ганджа, А. С. Мартьянов. – М.: НИИЭС. – 2014. – 19(159). – С. 35-41.
3. Дорошенко, Н. И. Система управления возбуждением генератора ветроэнергетической установки малой мощности // Ветроэнергетика: Труды ВНИИЭ. Том 34 // Н.И. Дорошенко, И. Б. Доржинкевич, В. В. Романов, В. П. Харитонов – М.: ВНИИЭ, 1970. – С. 115-120.

УДК 004.032.26

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ГРАФИЧЕСКОМ ДИЗАЙНЕ

М. П. Руденко, ст. преп.

А. В. Мажаев, студент

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна*

Руденко М.П., Мажаев А. В. В связи с быстро развивающимися технологиями, в мире становится все больше систем, использующих нейросети, для решения однотипных задач и не только. В статье приводится объяснение, что из себя представляют нейронные сети, а также обзор популярных и новых нейросетей в области дизайна и их классификация.

Ключевые слова: нейросети, классификация, дизайн, шрифт, сервисы, решение.

Rudenko M.P., Mazhaev A.V. Due to rapidly developing technologies, the world is becoming more and more systems that use neural networks to solve the same type of problems and not only. The article provides an explanation of what neural networks are, and offers an overview of popular and new neural networks in the field of design and their classification.

Keywords: neural networks, classification, design, font, services, solution.

В последнее время решений, используемых нейросети, становится все больше: приложения, программы и многое другое. Но что же представляет из себя нейросеть?

Первые исследования в этой области начались в середине XX века. Ведущие умы той эпохи желали создать компьютер основываясь на биологические достижения науки, в частности смоделировав человеческий мозг.

К сожалению, технологический прогресс того времени не успевал за полетом научной мысли. Первые устройства нейросетей не позволяли раскрыть их потенциал.

Спустя несколько попыток, удачных и не очень в 2007 году Джеффри Хинтон представляет алгоритмы глубокого обучения многослойных нейронных

сетей [1]. Разработка позволяет подготовить готовое быстро работающее приложение, способное решать конкретную задачу. К примеру, поиск лиц на изображении, похожих картинок в поисковых системах. Так как же это работает?

Приведем пример человеческого мозга, который состоит приблизительно из 86 миллиардов нейронов, связанных в одну сеть для принятия, обработки и дальнейшей передачи данных. В этой системе каждый нейрон выступает в роли микропроцессора, к которому тянутся дендриты — отростки для принятия сигналов. Также есть выход в виде аксона, который передает полученные импульсы другим нейронам.

Искусственно созданная нейросеть (ИНС) имитирует процесс обработки информации биологического аналога и представляет собой массив мини процессоров, разделенных на три группы: точки входа, выхода и скрытые нейроны, в которых происходит основная работа по обработке информации [1].

Особенность нейросетей заключается в том, что их не программируют, а обучают. Следуя этой классификации ИНС делятся на три категории: обучаемые, самообучающиеся и смешанного типа.

Не трудно догадаться, что обучаемая сеть существует под обзором разработчика, а самообучающаяся сама, используя данный массив данных решает задачу, фиксируя допущенные ошибки и, при необходимости, «откатывается» по цепочке ассоциативных нейронов, до последнего верного шага. Но, каким образом можно использовать нейросети в дизайне?

На данный момент уже существует множество сайтов и программ, редактирующих фото, подбирающих шрифты, создающих иллюстрации. Все они используют нейронные сети [2].

К примеру, нейросеть Rene подбирает шрифтовые сочетания, опираясь на общие для шрифтов характеристики и правила типографики, а пользователю следует лишь выбрать из нескольких вариантов [3].

Но не все нейросети уже на старте готовы выдавать готовый материал. Многим нужно время, чтобы обучиться, такие ИНС пускают в интернет в открытом доступе и пользователь, взаимодействуя с нейронной сетью, «обучает» ее. К примеру сайт, предлагающий нарисовать какой-то предмет, явление или животное, а нейросеть попытается угадать, что вы нарисовали, в базе этой нейросети уже огромное количество рисунков, на основе которых она делает выводы.

Есть и те, что генерируют логотипы, используя в качестве входной информации, название компании, слоган, цвета и изображения. Спустя несколько минут, пользователь получает несколько вариантов логотипа. Но,

естественно скачивание изображения стоит денег. Примером таких сервисов отлично послужит — Logojoy.

Если вы имеете дело с обновлением сайтов-визиток и небольших лендингов, uKit AI поможет прикинуть новые варианты их компоновки за несколько минут. Онлайн-сервис определит, какие элементы есть на текущей версии сайта и пересоберёт их на отдельном url-е так, чтобы важное для посетителя оказалось на видном месте [3].

Исходя из вышеперечисленных примеров возможно составление классов нейросетей в дизайне:

- **Создающие нейросети**, которые на основе ваших входных данных создают что-то новое;

- **Анализирующие нейросети**, помогают определить, какой шрифт или изображение подойдет больше в заданной для нее среде;

- **Обучающиеся нейросети**, которые обучаясь на основе взаимодействий пользователя с ними, собирают базу для дальнейших исследований.

Дизайн - это то, что большинство хочет увидеть, прежде чем обсуждать. Научившись генерировать варианты и прототипы за секунды и минуты, умные машины могут в работе над проектами: быстрее выдавать идеи и общаться с клиентами. А главное, такие сервисы экономят время: наше и чужое.

Список литературы

1. Ain / Что такое нейросеть и как она работает. – Режим доступа: <https://ain.ua/2017/03/03/kak-rabotayut-nejroseti/>, свободный. – Яз.рус.
2. RUSBASE / Нейросети для малого бизнеса – разбираем кейсы. – Режим доступа: <https://rb.ru/opinion/nejroseti-cases/>, свободный. – Яз.рус.
3. COSSA / Сервисы на нейросетях в помощь дизайнеру. – Режим доступа: <https://www.cossa.ru/trends/169754/>, свободный. – Яз.рус.

УДК 681.5.05.23

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЙСТВУЮЩИХ
ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПО ДАННЫМ О
СИСТЕМЕ НА ФИКСИРОВАННОЙ ЧАСТОТЕ**

**И.А. Коцемир, ктн., доцент
В.С. Овдей, аспирант,
nazrak228@mail.ru**

Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, ЛНР

Овдей В.С., Коцемир И.А. Разработана упрощенная процедура параметрической оптимизации действующих замкнутых систем регулирования с применением вспомогательной функции В.Я. Ротача, которая позволяет существенно сократить количество необходимых вычислений, предполагаемых в классическом методе.

Построен и проанализирован ряд оптимальных значений частотных характеристик замкнутых систем для объекта управления, в котором коэффициент передачи и постоянная времени линейно зависимы. В результате были получены расчетные формулы, позволяющие определить новые значения оптимальных параметров регулятора, опираясь лишь на величину фазы замкнутой системы на фиксированной частоте.

Данный метод параметрической настройки регулятора удобен, прост и существенно сокращает время оптимизации, что наиболее важно для действующих систем регулирования теплоэнергетического комплекса.

Ключевые слова: оптимизация систем управления, частотные характеристики, вспомогательная функция, идентификация.

Ovdey V.S., Kotsemir I.A. A simplified procedure for the parametric optimization of existing closed-loop control systems using an auxiliary function V.Ya. Rotacha, which can significantly reduce the number of necessary calculations assumed in the classical method.

A number of optimal values of the frequency characteristics of closed systems for a control object are constructed and analyzed, in which the transmission coefficient and time constant are linearly dependent. As a result, calculation formulas what were obtained that made it possible to determine new values of the optimal parameters of the controller, relying only on the phase value of a closed system at a fixed frequency.

This method of parametric adjustment of the controller is convenient, simple and significantly reduces the optimization time, which is most important for existing systems for regulating the heat and power complex.

Key words: optimization of control systems, frequency characteristics, auxiliary function, identification.

Введение. Действующая система регулирования в процессе эксплуатации подвергается различным возмущениям, в результате чего динамика объекта управления со временем подвергается изменению. Для качественной работы регулятора необходимо определить оптимальные параметры его настройки, т.е., по заданному критерию качества функционирования системы определить лучший вариант значений этих параметров. Метод вспомогательной функции обеспечивает минимум интеграла от ошибки работы регулятора, а процесс оптимизации сводится к определению динамики объекта управления в частотной области путем подачи синусоидальных идентифицирующих воздействий различной частоты на вход системы [1]. Затем определяется вспомогательная функция и значения оптимальных параметров регулятора. Однако проводить каждый раз подобные процедуры достаточно громоздко и не целесообразно в случае, если известна приближенная закономерность в изменении динамики объекта [2].

К примеру, расход потока вещества через трубопровод зависит от степени открытия регулирующего органа: чем больше степень открытия, тем больше вещества можно транспортировать за единицу времени через данный участок, а значит, и скорость потока будет больше. Таким образом, для данного объекта есть закономерность взаимного изменения коэффициента передачи и постоянной времени от скорости регулирующего потока.

Цель исследования. Целью работы является разработка упрощенной процедуры параметрической оптимизации действующих замкнутых систем регулирования с применением вспомогательной функции В.Я Ротача, которая позволит избавиться от необходимости проведения идентификации объекта управления при перенастройке системы регулирования.

Материал и методы. В процессе исследований были проанализированы частотные характеристики до и после оптимизации ПИ-регулятора по методу вспомогательной функции для объекта управления с передаточной функцией

$$W_{oy}(j \cdot \omega) = \frac{K_o}{(T_o \cdot j \cdot \omega + 1)^2}, \quad (1)$$

где $W_{oy}(j \cdot \omega)$ – частотная передаточная функция объекта управления;

j – мнимая единица;

ω – частота, рад/с;

K_o – коэффициент передачи объекта управления;

T_o – постоянная времени объекта управления, с.

После первоначальной оптимизации системы по классическому методу В.Я. Ротача для дальнейших исследований была подвержена ряду изменений передаточная функция объекта управления. В качестве примера выбран линейных характер изменений

$$\frac{K_{ox}}{T_{ox}} = \frac{m \cdot K_o}{\frac{1}{m} \cdot T_o}, \quad (2)$$

где K_{ox}, T_{ox} – измененные параметры объекта управления;
 m – коэффициент изменения параметров;
 K_o, T_o – первоначальные параметры объекта управления.

В результате построения ряда частотных характеристик была определена следующая закономерность: при линейном изменении (2) значений параметров объекта управления (1) для заданного показателя качества (например, показатель колебательности M_d) оптимально настроенная система дает одну и ту же по величине фазу выходного сигнала системы на частоте резонанса. Причем не играет роли какими первоначальными значениями обладали параметры объекта (1) и каким было их исходное отношение. При одних и тех же значениях коэффициента изменения m фаза замкнутой системы также дает постоянные значения при различных исходных параметрах объекта. Таким образом, зная фазу на частоте, которая при первоначальной настройке регулятора соответствовала резонансу, можно определить множитель m .

При данном характере изменений (2) можно легко также определить новые параметры настройки ПИ-регулятора и частоту резонанса, т.к. они в этом случае тоже имеют линейную зависимость

$$K_p = \frac{K_{p0}}{m}, \quad (3)$$

$$T_i = T_{i0} \cdot m, \quad (4)$$

$$\omega_p = \frac{\omega_{p0}}{m}, \quad (5)$$

где K_p, T_i, ω_p – новые значения оптимальных параметров регулятора и частоты резонанса;

$K_{p0}, T_{i0}, \omega_{p0}$ – первоначальные значения оптимальных параметров регулятора и частоты резонанса.

Используя формулы (3-5) можно быстро подсчитать оптимальные параметры настройки ПИ-регулятора без непосредственной идентификации объекта управления по одной фиксированной частоте. Графики для определения коэффициента m представлены на рисунке 1.

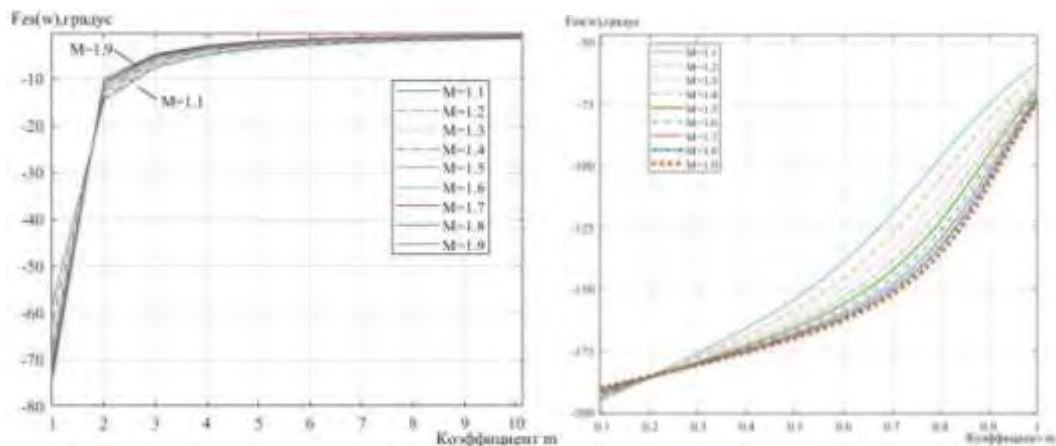


Рисунок 1 – Зависимость фазы замкнутой системы $Fzs(w)$ на фиксированной частоте w от показателя колебательности M и коэффициента изменения $m \geq 1$ (слева) и $m \leq 1$ (справа)

Для автоматического вычисления коэффициента m можно определить ряд гиперболических уравнений, каждое из которых подходит для определенного диапазона значений фазы замкнутой системы. Так, для фазы, которая лежит в пределе $-74^\circ \dots -9,8^\circ$ формула расчета коэффициента m при заданном $M=1,9$

$$m = 0,8803 + \frac{11,4018}{Fzs(w)}. \quad (6)$$

Получив ряд уравнений по типу (6) для требуемого диапазона фазы замкнутой системы, показателя колебательности M и коэффициента m можно свести всю процедуру оптимизации к автоматической подстройке регулятора.

Выводы. В результате моделирования определена методика оптимизации систем регулирования с ПИ-регулятором без непосредственной идентификации объекта управления, используя в качестве исходных данных лишь характер изменения параметров объекта, а также первоначальные величины оптимальных параметров регулятора и частоты резонанса. Данный метод позволяет существенно сократить процедуру поиска оптимальных параметров регулятора, избавляет пуско-наладочный персонал от процедуры идентификации лишних точек частотных характеристик и дает возможность реализовать автонастройку регулятора при наличии всех необходимых условий и технических средств.

В качестве дальнейших исследований в данном направлении предполагается разработка методики определения оптимальных параметров регулятора при нелинейной зависимости параметров объекта, т.к. далеко не все объекты обладают зависимостью, рассмотренной в данной работе.

Список литературы

1. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления: учеб. для вузов/ В.Я. Ротач. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 396 с.
2. Овдей, В.С. Оптимизация действующих систем с использованием косвенных неэкстремальных показателей оптимальности / В.С Овдей, И.А Коцемир // Сборник научных трудов студентов ДонГТУ. – 2018. – №11. – С. 83-87.

УДК 004.946

ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИИ ДИЗАЙН-ПРОЕКТА КЛИЕНТУ

**М.П. Руденко, ст. преп.,
В.Г.Прусов, студент**

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна*

Руденко М.П., Прусов В.Г. В статье приводится анализ существующих приложений дополненной реальности для применения в создании интерьера. Показываются их основные достоинства и недостатки. Сделан вывод о том, что благодаря технологии дополненной реальности клиенту легче определиться со своим заказом так как он может визуально наблюдать полную картину расположения предметов в помещении без лишних материальных затрат и времени.

Ключевые слова: дополненная реальность, визуализация, интерьер, дизайн, моделирование.

Rudenko M. P., Prusov V. G. The article analyzes the existing applications of augmented reality for use in the creation of the interior. Their main advantages and disadvantages are shown. It is concluded that thanks to augmented reality technology, it is easier for the client to decide on his order as he can visually observe the full picture of the location of objects in the room without unnecessary material costs and time.

Keywords: augmented reality, visualization, interior, designer, customer.

Введение. Использование дополненной реальности в создании интерьера помещений на сегодняшний день является актуальной задачей для лучшего взаимодействия дизайнера и заказчика. Рынок приложений для решения такого вида задач расширяется в связи с большим спросом, и качество, а также функциональность новых приложений растет.

Целью статьи является анализ существующих приложений дополненной реальности для работы с интерьером.

Будущий интерьер сначала создается в графических средах. С помощью внутренних функций создается макет комнаты и появляется возможность визуально представить перед клиентом расстановку мебели в его комнате. В подобных программных обеспечениях, предметы подстраиваются под размеры

комнаты и клиент может эти предметы размещать в пределах определенной местности.

Приложение «IKEA Place»[1], взаимодействующее с камерой смартфона и интернет-магазином компании, поможет покупателям в создании интерьера

Приложение построено на технологии ARKit от Apple. В «IKEA Place» используется тесное взаимодействие с камерой смартфона и интернет-магазином компании. Правила пользования просты: пользователь открывает приложение, сканирует место, на котором хочет установить новую мебель, после чего выбирает соответствующий продукт в каталоге IKEA.

Особенность приложения заключается в учете масштабов и реальных размеров окружающих предметов. 3D-модель тут же устанавливается на определенную ранее точку, и пользователь может оценить его габариты, глядя на реалистичное изображение на экране смартфона с разных ракурсов. Разработчики даже добавили эффект отбрасываемой от объекта тени.

На данный момент приложение доступно исключительно в американском магазине App Store.

Компания iStaging[2] — один из пионеров в области дополненной и виртуальной реальности. С 2014 года разработчики приложения создают необычную экосистему, призывая под свои знамена производителей мебели и предметов домашнего обихода, агентов по недвижимости, художников и вообще всех, кто хочет преобразить интерьер своего дома.

В приложении есть три вкладки: «Дизайн», «Вещи», «Бренды». Последние два раздела, в общем-то, ничем не отличаются. Одни и те же лампы, картины, стулья, книжные полки, шкафы и диваны отсортированы либо по функциональному назначению, либо по лейблу. К слову, торговых марок всего десять. Шведской IKEA нет, зато найдётся итальянская мебель ручной работы и яркие арт-объекты азиатских мастеров.

Для каждой модели создан трёхмерный рендер, который можно вращать в любом направлении и рассматривать в мельчайших деталях.

Аналитики выяснили, что программы виртуальной и дополненной реальности можно применять в разных сферах деятельности. Развитие технологии дополненной реальности значительно отстает от виртуальной — это хорошо заметно в области обработки объектов в режиме реального времени. Однако со временем эта технология улучшится и станет полностью конкурентоспособной [3].

Рассмотрение приложений, указанных выше показало, что применение технологий дополненной реальности в дизайне интерьеров является актуальной задачей на сегодняшний день, они активно развиваются, все больше удовлетворяя запросам заказчиков. Однако, данные технологии требуют значительных доработок и пока имеют небольшую область распространения.

Список литературы

1. SOSTAV / Ikea сщздали приложение с дополненной реальностью. – Режим доступа:<https://www.sostav.ru/publication/ikea-sozdali-prilozhenie-s-dopolnennoj-realnostyu-28389.html>, свободный. – Яз.рус.
2. Лайфхакер / IStaging виртуальная мебелировка с элементами дополненной реальности. – Режим доступа: <https://lifehacker.ru/istaging/>, свободный. – Яз.рус.
3. Vc.ru - ,бизнес, технологии, идеи, модели роста, стартапы / 9 сфер применения виртуальной реальности: размеры рынка и перспективы. – Режим доступа: <https://vc.ru/13837-vr-use>, свободный. – Яз рус.

УДК 003.628

DIGITAL-АКТИВАЦИЯ КАК МЕТОД КОММУНИКАЦИИ КОМПАНИИ С ИНТЕРНЕТ-АУДИТОРИЕЙ

**М.П. Руденко, ст. преп.,
Н.С. Шепеленко, студент**

*ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», Донецк, ДНР.
Кафедра компьютерного моделирования и дизайна*

Руденко М.П., Шепеленко Н.С. Digital-активация как метод коммуникации компании с интернет-аудиторией. Рассмотрены основные функции digital-активации, пути ее внедрения в рекламную и повседневную деятельность бренда, ее восприятие аудиторией и основные примеры удачных рекламных активаций.

Ключевые слова: digital-активация, реклама, социальные сети, бренд, дизайн, сайт.

Rudenko M. P., Shepelenko, N.S. The main functions of digital activation, the ways of its implementation in the advertising and daily activities of the brand, its perception by the audience and the main examples of successful advertising activations are considered.

Keywords: digital activation, advertising, social networks, brand, design, website.

Основную часть времени, сил и денег руководители крупных брендов и компаний тратят на поиски и привлечение новой аудитории. Создаются целые рекламные отделы, состоящие из: маркетологов, менеджеров, аналитиков и дизайнеров. Рекламный отдел занимается поиском новых клиентов, привлечением старых потребителей, предлагая повторно воспользоваться их продуктом, а также удерживает уже существующую целевую аудиторию путем разных акционных и специальных предложений. Следовательно, для каждого сегмента потребителей нужно иметь свой канал продвижения и выстраивать индивидуальную схему привлечения. Такой подход правильный, однако слишком затратный и узконаправленный. Поэтому для охвата большого количества потенциальных клиентов компании стараются совмещать каналы привлечения аудитории и используют единое предложение для всех.

В наши дни, реклама должна охватывать не только оффлайн пространство, но и онлайн. Для объединения двух совершенно различных каналов коммуникации с пользователем используется Digital-активация.

Digital-активация - это специально созданная платформа, которая побуждает к определенному действию потребителя и приурочена к определенному событию компании или бренда. Основой такой активации является определенные графические материалы, которые помогают узнать о

ней из оффлайна потребителю. Самой платформой может выступать определенный сайт, который поможет бренду контактировать со своей существующей аудиторией, которая впоследствии будет привлекать новых клиентов. Платформа и сама активация имеют две главные цели:

- Платформа выстраивает долгосрочные отношения потребителей с компанией.
- Активация привлекает потребителей на платформу, а она в свою очередь удерживает их.

Одним из главных инструментов для создания digital-активации является UI/UX дизайн.

UX расшифровывается как User Experience (опыт пользователя). Это впечатления, которые пользователь получает от работы с вашим интерфейсом.

UI — это User Interface (пользовательский интерфейс). А именно его внешний вид и физические характеристики.

UX/UI дизайн отвечает за формирование уникального потребительского опыта в диджитал-коммуникации. Его задача — «продать» товар или услугу с помощью удобного и привлекательного интерфейса. Именно на основе работы UX/UI дизайнера потребитель принимает решение об онлайн-покупке [1].

Благодаря дополненной реальности и искусственному интеллекту, маркетологи в сотрудничестве с дизайнерами и веб-разработчиками могут придумать уникальную платформу, которая будет очень привлекающей и необычной для оффлайн потребителей. Ярким примером является рекламная кампания румынского отделения бренда Vodafone. Бренд создал большую платформу с бесплатными электронными версиями книг, которая была доступна пользователям оператора. Когда кампания развесила огромные постеры с изображением библиотечной полки и книгами по всему городу. Рядом с книгой был изображен специальный QR-код, который можно было отсканировать и введя свой номер телефона, получить доступ к платформе с понравившейся книгой [2]. Однако это не единственный пример использования digital-активации:

1. В 2017 году IKEA перезапустила рекламную кампанию: приложение Place, использующее AR-технологии, позволяет виртуально разместить мебель в интерьере, прежде чем купить ее.

2. В 2009 году компания NikeID разместила на Таймс-сквер интерактивный билборд (величиной в 23 этажа) в поддержку продукта NikeID (создание персонализированных кроссовок). Пользователи, используя клавиатуру телефона, могли в режиме реального времени создать дизайн кроссовок. Модель транслировалась на весь билборд, а пользователь мог скачать получившееся изображение или сразу купить кроссовки [3].

Можно сделать вывод, что для продвижения и развития новых современных продуктов, компания должна выбирать современный подход коммуникации с аудиторией. Использование и разработка digital-активаций для продвижения, представления и привлечения аудитории к продукту является наиболее удачным современным решением.

Список литературы

1. hemediа / Digital-брендiнг: инструкция по применению. – Режим доступа: <https://themediа.center/2018/05/03/digital-brending-instruktsiya-po-primeneniyu/>, свободный. – Яз.рус.
2. RUSABILITY / Активация брендов в маркетинге. – Режим доступа: <https://rusability.ru/internet-marketing/aktivatsiya-brendov-v-marketinge-vse-o-chem-myi-zabyivali-sprosit/>, свободный. – Яз.рус.
3. Иванов, А.С. Digital-маркетинг / А.С. Иванов, Л.Ф. Попова // Управление качеством продукции и конкурентоспособностью организаций реального сектора экономики в условиях цифровизации: сб. матер. науч, конф, 2019 г., Саратов. – Саратов: Саратовский социально-экономический институт (филиал) РЭУ им. Г.В. Плеханова, 2019. – С. 65-70.

УДК 378.4

СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ-МАГИСТРАНТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ

А. С. Барвинок, аспирант, ассистент

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Кафедра технического иностранного языка*

Барвинок А.С. В статье рассматривается структура и содержание научно-исследовательской компетентности студентов-магистрантов инженерного профиля.

Ключевые слова: научно-исследовательская компетентность, структура научно-исследовательских компетенций, компоненты научно-исследовательских компетенций, научно-исследовательские компетенции будущих инженеров-магистров.

Barvinok A.S. This paper is discussed the structure and the content of research competence of master students of engineering specialties.

Keywords: research competence, structure of research competence, components of the research competence, research competence of master students of engineering specialties.

Введение. Требования, которые выдвигает настоящая действительность для инженера квалификации магистр, обусловлены существующим конкурентным рынком труда и потребностями общества в специалистах данной отрасли народного хозяйства.

Научно-исследовательская компетентность будущих студентов инженеров-магистров является ключевой составляющей современного специалиста, которая прописана в существующих планах и программах классических университетов. Эта компетентность начинают формировать с первых курсов университета, но обучаясь в магистратуре, этот процесс приобретает сознательный характер со стороны студенческой молодежи, что в свою очередь усиливает и облегчает мотивационный характер процесса формирования данной компетентности.

Цель исследования. Цель данной работы – определить структуру и обобщить знания о научно-исследовательской компетентности будущих инженеров-магистров инженерного профиля.

Материал и методы. Научно-исследовательская деятельность выпускника, освоившего программу магистратуры, предусматривает:

- способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований;

- способность самостоятельно проводить исследование;
- способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности;
- способность проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники;
- способность применять иностранный язык в профессиональной сфере;
- способность формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде отчета с его публикацией.

Компетентность понимается учеными как комплекс знаний, умений и навыков. Любая компетентность формируется и отражается через деятельность, в том числе и через научно-исследовательскую [1].

Достаточно структурную характеристику научно-исследовательской компетентности студентов дает в своей научной работе Федина О.В. [2].

Таблица - Компоненты исследовательских компетенций студентов и их содержание (по О. В. Феединой)

| | |
|--------------------------------|--|
| Планово-организационные | <p>владение методическими основами научно-исследовательской работы и научного моделирования; владение опытом научно-библиографических работ, аннотирования, реферирования; владение информационными технологиями формирования и обработки массивов данных исследований; знание действующих правил подготовки рукописей научных работ; способность к самоорганизации (планирование, регулирование, контролирование своих действий) при выполнении научно-исследовательской деятельности; профессионально ориентированное знание иностранного языка; ориентирование в ситуации выбора с учетом собственных познавательных интересов; способность к сотрудничеству при выполнении научно-исследовательской работы и обсуждению результатов исследовательской деятельности</p> |
| Диагностическо-прогностические | <p>умение работать с научной информацией (литературой, компьютерными моделями, интернетом); способность к формулированию проблемы и сведению ее к задаче; умение разрабатывать методики проведения эксперимента; умение подбирать оборудование и пользоваться инструкциями; умение подбирать и подготавливать необходимые для эксперимента материалы; способность к ближнему и дальнему внутри- и межсистемному переносу знаний и</p> |

| | |
|-----------------------------------|---|
| | умений; способность к мысленному эксперименту |
| Изобретательно-рационализаторские | способность к совершенствованию эксперимента и модернизации экспериментальной установки; способность к изготовлению фрагментов и сборке экспериментальной установки; умение настраивать и устранять неисправности приборов; внимание к правилам техники безопасности |
| Опытно-измерительные | способность к самостоятельному проведению эксперимента с использованием сложных установок и измерительных приборов; способность к постановке независимых экспериментов для доказательства полученных результатов |
| Расчетно-вычислительные | способность к обработке и анализу полученных результатов; умение использовать компьютерную технику при решении научно-исследовательских задач; навык расчета погрешностей измерений |
| Результативно-оценочные | умение обосновывать результаты эксперимента; умение представлять результаты исследования, вести дискуссии, оппонировать, консультировать; способность к поиску альтернативного решения и выбору рационального; способность к оценке границ применимости (явлений, процессов, проявлений изучаемой закономерности, теорий); умение правильно оформлять доклады, рефераты, научные статьи и т. д.; способность определять место и значение полученных результатов; способность к внедрению полученных результатов |
| Психологические | знак и уровень мотивации к исследовательской деятельности; способность сосредоточить внимание на главном, не отвлекаясь на детали; способность к волевым усилиям по преодолению затруднительных ситуаций на пути достижения поставленных целей; эмоциональность восприятия успеха; способность к преодолению неудач и переключению внимания на новые пути достижения поставленных целей |

Исходя из вышеперечисленных способностей, которые возникают во время формирования научно-исследовательской компетентности, можно отметить, что ученый Федина О.В. не выделяет отдельным блоком очень весомые компоненты, а именно – коммуникативные, а объединяет их в первый блок – планово-организационные. В этом контексте мы, как ученые, склоняемся к позиции Гаджикурбанова Г. М., которая выносит отдельным блоком коммуникативный компонент. Она в свою очередь выделяет следующие компоненты: теоретический, диагностический, проективно-конструктивный, операциональный, рефлексивный, коммуникативный научно-исследовательских компетенций [3].

Результаты исследования. Компоненты научно-исследовательской компетентности взаимосвязаны между собой и формируют специалиста, который готов к роли инженера-исследователя, руководителя или преподавателя.

Научно-исследовательская компетентность инженера объединяет общие и специальные компетенции, а также личные качества, которые определяют готовность специалиста к применению этих умений, знаний и навыков в профессиональной деятельности. [1].

Выводы. Качество научно-исследовательской работы определяется через научно-исследовательскую компетентность, поэтому очень важно формировать научно-исследовательскую компетентность как развивающееся качество специалиста.

Список литературы

1. Барвинок, А.С. Потенциал синергетического подхода при формировании научно-исследовательской компетентности студентов-магистров инженерных специальностей / А.С. Барвинок // Вестник Академии гражданской защиты. – 2019. - №3(19). – С.8-12.
2. Чернышев, И.Н. Проблемы формирования исследовательских компетенций у студентов-физиков в педагогическом вузе / И.Н. Чернышев, И.А. Иродова // Ярославский педагогический вестник – 2015.- №6. – С.97-101.
3. Гаджикурбанова, Г. М Структура научно-исследовательских компетенций будущего педагога. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-nauchno-issledovateljskih-kompetentsiy-buduschego-pedagoga>

УДК: 621.785

КОРРОЗИОННЫЙ ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ТЕХНИКИ

**В.И. Алимов, д.т.н., проф.
Л.М. Басенко, студент**

*ГОУ ВПО Донецкий национальный технический университет, Донецк, ДНР
Кафедра физического материаловедения*

Алимов В.И., Басенко Л.М. Целью данной работы являлось изучение структуры и свойств изнашивающихся деталей почвообрабатывающей техники. Установлено, что основной причиной выхода из строя режущего почвообрабатывающего инструмента является коррозионный износ, обусловленный одновременным трением о почву, и является коррозионноактивной.

Ключевые слова: рабочий орган, почва, коррозия, структура, испытания, коррозионный износ, почвообрабатывающие машины.

Alimov V.A., Basenko L.M. The purpose of this work was to study the structure and properties of wear parts of tillage equipment. It is established that the main cause of failure of the cutting tillage tool is corrosion wear caused by simultaneous friction on the soil, and is corrosive.

Key words: working body, soil, corrosion, structure, testing, corrosion wear, tillage machines.

Введение. Одно из важнейших агротехнических мероприятий получения высоких урожаев — предпосевная обработка почвы, которую осуществляют паровыми культиваторами. В процессе механической обработки почвы рабочий орган машины или орудия (корпус плуга, диск или зуб бороны, лапа культиватора и т. п.), получая энергию от трактора или другого источника, воздействует на почву, в результате чего изменяет ее свойства и состояние.

Второй важный показатель физического состояния почвы — плотность, оптимальное значение которой для обрабатываемого слоя чернозема в районах возделывания озимой и яровой пшеницы составляет 1,1...1,2 г/см³; превышение этого значения или чрезмерная рыхлость приводит к снижению урожайности зерновых культур [1].

Характер и интенсивность износа деталей рабочих органов почвообрабатывающих машин зависят от физико-механических свойств почвы. Так, на песчаной почве детали изнашиваются по толщине, а на глинистой и суглинистой — по ширине. При этом на песчаной почве детали изнашиваются в 8–10 раз быстрее, чем на глинистой. Дифференцированный подбор материала и разработка

конструкции деталей рабочих органов повышенной долговечности требуют детальной классификации почв по их изнашивающей способности. Изнашивающая способность почвы проявляется при взаимодействии с ней движущегося твердого тела и является одной из ее физико-механических характеристик [1].

Из-за коррозионного разрушения металлических изделий и деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин происходят отказы узлов и механизмов, снижается прочность конструкций из углеродистых сталей, увеличение износа сопряженных деталей и т.п. В развитых странах мира ведется непрерывная борьба за сохранение металлоконструкций от коррозионного разрушения. Однако, потери от коррозии уменьшаются незначительно, так как антикоррозионная защита требует постоянной и кропотливой работы, высококачественных и эффективных средств и материалов, новейших разработок учёных и совершенствование методов защиты техники.

В 90-х годах XX столетия в Донецком Государственном Техническом университете проводился цикл работ по разработке и внедрению микролегированных сталей для высоконагруженных рабочих органов сельскохозяйственных машин. Были разработаны составы экономно легированных сталей с содержанием С 0,3-0,7%; Mn 0,7-1,3% ,микролегированных Ti в количестве до 0,18% и В в количестве до 0,01%. По результатам полевых испытаний это позволило повысить надёжность рабочих органов почворезущего инструмента в 2-3 раза, а для ряда инструментов, например, фрезерных ножей и чизельных лап культиваторов позволило упразднить операцию наплавки и одновременно повышения эксплуатационных свойств. Однако следует обратить внимание на тот факт, что технология выплавки стали значительно усложняется и кроме того необходимы дорогостоящие микролегирующие элементы [1].

Цель исследования.

Материал и методы. Для изготовления деталей рабочих узлов почвообрабатывающих машин используют средне - высокоуглеродистые стали типа 65Г, 70Г, 40ХН и др., которые термически обрабатывают на высокую твердость.

В качестве исходного металла использовали натурную лапу культиватора из стали 65Г (с содержанием в % масс.: 0,62С; 0,9Mn; 0,17Si), представленную предприятием ООО Аграрная фирма «Россия Нова».

На рисунке 1 представлен общий вид лапы культиватора.

На рисунке 2 показан общий вид и расположение образцов вырезанных из лапы культиватора.

Для эксперимента использовали 10 образцов. Образцы под № 1, 2, 3, 4, 5 отрезаны из наплавленной части лапы культиватора, а образцы под №6,7,8,9,10 из сердцевины.

В таблице 1 показана характеристика водных сред, используемых в экспериментах.



Рисунок 1 – Общий вид новой лапы культиватора (а) общий вид изношенной лапы культиватора (б); 1 – место износа, х4

Таблица 1 – Характеристика водных сред, используемых в экспериментах.

| № образца | Водная среда | Уровень рН, определенный по индикаторной бумаге. |
|-----------|--|--|
| 1; 6 | Водопроводная вода | рН 7 |
| 2; 7 | Водопроводная вода + 4% NaCl | |
| 3; 8 | Азовская вода | рН 8 |
| 4; 9 | Водопроводная вода + 5% H ₂ SO ₄ | |
| 5;10 | Азовская вода + 10% песка | рН 8 |



Рисунок 2–Общий вид образцов отрезанных из лапы культиватора

Результаты исследования. На основе полученных данных определяли отрицательный и положительный показатель коррозии (K_m^-), (K_m^+)

$$K_m^- = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau} ; \quad (1)$$

где Δm - убыль массы образца за время испытания, г; τ – время, ч; S – площадь поверхности, см².

$$K_m^+ = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau} \quad (2)$$

где Δm - увеличение массы образца за время испытания, г; τ – время, ч; S – площадь поверхности, $см^2$.

Измерение микротвердости образцов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Средняя твердость образцов

| Место измерения | Твердость HRC, HB | | Микротвердость Н, Н/мм ² |
|------------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------------|
| | HRC | HB | |
| Исходное | 27 – 29 | 270 – 285 | 4470 |
| | <u>28</u> | <u>278</u> | |
| Центр | 32 – 33 | 311 – 320 | 5702 |
| | <u>33</u> | <u>320</u> | |
| Зона наплавки (серые включения) | 61 – 63 | 746 – 804 | 16816 |
| | <u>62</u> | <u>804</u> | |

min-max

Примечание: *ср.* – среднее значение; *min* – минимальное значение; *max* – максимальное значение; среднее – среднее значение твердости.

На рисунке 3 показан график зависимость изменения массы (поэтапное) от длительности испытания в разных средах.

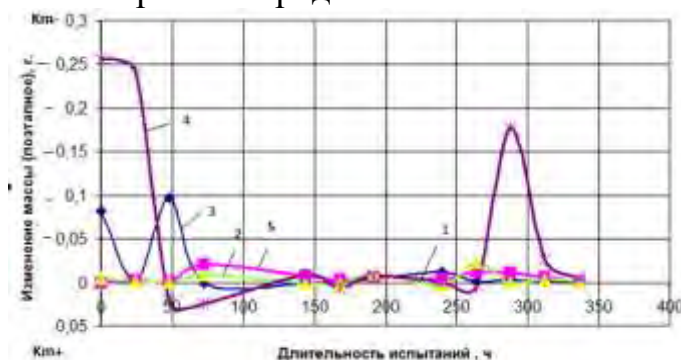


Рисунок 3– Зависимость изменения массы (поэтапное) от длительности испытания : 1- Водопроводная вода (г. Донецк); 2 – Водопроводная вода (г. Донецк) + 4% NaCl%; 3 – Морская вода Азовского моря; 4 – Водопроводная вода (г. Донецк) + 5 % H₂SO₄; 5 – Морская вода Азовского моря + 10% песка

На 4 рисунке показана зависимость изменения массы (поэтапное) от длительности испытания после эксплуатации и восстановление наплавкой.

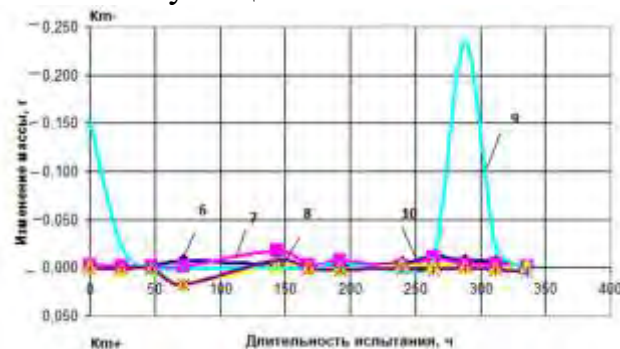


Рисунок 4– Зависимость изменения массы (поэтапное) от длительности испытания : 6 – Водопроводная вода (г. Донецк); 7 - Водопроводная вода (г. Донецк) + 4 % NaCl; 8 – Морская вода Азовского моря; 9 – Водопроводная вода (г. Донецк) + H₂SO₄; 10 – Морская вода Азовского моря + 10% песка

Выводы. Скорость коррозии в кислой среде на три порядка выше скорости в нейтральных средах. При увеличении времени выдержки наблюдается тенденция к уменьшению скорости коррозии, что связано с образованием на поверхности образцов защитных пленок продуктов взаимодействия, тормозящих дальнейшее развитие процесса разрушения [2].

Список литературы

1. Басенко Л.М., Алимов В.И. Оценка возможностей повышения надежности почвообрабатывающего инструмента с использованием химико- термической обработки / В сб. докл. «Металлургия XXI столетия глазами молодых» . –Донецк: ДонНТУ, 2018.- С.283-286.
2. Алимов В.И. Коррозия и защита материалов от коррозии / В.И.Алимов, Л.А Рябичева, В.В. Дядичев, С.Г Менюк, А.В. Дядичев.- Симферополь: ООО «Антиква», 2019.-184 с.

УДК 669.85/.86.018:536.42

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ГОРНО-ШАХТНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

В.И. Алимов, профессор, д.т.н.

М.С. Гладкова, студент

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
Кафедра физическое материаловедение*

Алимов В.И., Гладкова М.С. Проанализировано состояние вопроса об упрочнении движущихся деталей горно-шахтных конвейеров. Установлено, что для тяговых цепей скребковых конвейеров из стали 23Г2С оптимальным является режим термообработки-закалка от температуры $(860 \pm 15)^\circ\text{C}$ в масле и отпуск при $(230 \pm 10)^\circ\text{C}$; твердость поверхности при этом составляет 35HRC, что позволяет избежать быстрого истирания поверхности звеньев цепи; твердость сердцевины -30HRC, что необходимо для достаточного сопротивления ударным нагрузкам в процессе эксплуатации, для соединительных звеньев из стали 35 ХГСА необходимую твердость 38-40 HRC обеспечивает закалка от температуры $(850 \pm 15)^\circ\text{C}$ в масле и отпуск при $(450 \pm 10)^\circ\text{C}$; применение нормализации в качестве предварительной термообработки экономически целесообразно и технологически предпочтительнее.

Ключевые слова: упрочнение, излом, нагрев под закалку.

Alimov V.I., Gladkova M.S. The state of the issue of hardening the moving parts of mining conveyors is analyzed. It has been established that for traction chains of scraper conveyors made of 23G2S steel, the optimal heat treatment-quenching mode from temperature $(860 \pm 15)^\circ\text{C}$ in oil and tempering at $(230 \pm 10)^\circ\text{C}$ are optimal; the surface hardness is 35HRC, which avoids the rapid abrasion of the surface of the chain links; the core hardness is -30HRC, which is necessary for sufficient resistance to shock loads during operation, for connecting links made of 35 HGSA steel, the necessary hardness 38-40 HRC provides quenching from temperature $(850 \pm 15)^\circ\text{C}$ in oil and tempering at $(450 \pm 10)^\circ\text{C}$; the use of normalization as a preliminary heat treatment is economically feasible and technologically preferable.

Key words: hardening, kink, heating for quenching.

Введение. Передвижной скребковый конвейер является основным доставочным оборудованием в очистных забоях, надежность и долговечность которого зависит от качества деталей тяговых органов, работающих в сложных условиях и воспринимающих ударные нагрузки, вызывая тем самым износ этих деталей [1-2].

Большая часть отказов приходится на цепной тяговый орган, где основным видом отказа является разрушение соединительного звена. При эксплуатации тяговой цепи в результате интенсивного износа звеньев в шарнирах и увеличении шага происходит переход звеньев на наибольшие начальные окружности тяговых звездочек, что обуславливает возрастание нагрузок в цепном контуре и повышает износ. Впоследствии шаг звеньев увеличивается до некоторого предельного значения, при котором цепь соскакивает со звездочки и повышается вероятность разрыва соединительных звеньев [1-2].

При таких эксплуатационных характеристиках к цепям предъявляют требования: статической, циклической, ударной прочности, жесткости, износостойкости, а также коррозионной стойкости.

Очень важное значение для работоспособности звеньев имеет структура и напряженное состояние, возникающие у поверхности, что определяет прочность детали, а также формирование внутренних остаточных напряжений.

Эти задачи решаются путём упрочнения круглозвенных цепей из стали 23Г2А и соединительных звеньев для этих цепей из стали 35ХГСА путём термической обработки [3].

Материал и методы. О цепях из стали 23Г2А. От сортового проката отбирали образцы длиной 20 мм и диаметром 19 мм и подвергали термообработке-закалке с низким отпускком. Температура нагрева под закалку составляла $(860 \pm 15)^\circ\text{C}$, температура отпуска $(230 \pm 10)^\circ\text{C}$. Затем образцы охлаждали в масле и в воде.

После проведения термообработки на твердомере измеряли твердость HR C; установили, что с повышением охлаждающей способности закалочной среды твердо-

до-
сть повышается, что обуславливается переохлаждением аустенита до точки начала мартенситного превращения без частичного распада.

При испытании на износ образцы имели размеры 18x20мм и 7 мм толщину; их подвергали термообработке (после удаления обезуглероженного слоя) и испытывали на специальной установке. В качестве коррозионных сред использовали гравий, влажную смесь угля с горной породой и влажную породу. После проведенного испытания результаты показали, что больше всего износу подверглись образцы в увлажненной породе; образцы, работающие в смеси угля и породы, изнашивались меньше; наименьшему износу подверглись образцы в гравии. Также было замечено, что оказывает влияние среда охлаждения при закалке. После закалки в масле износ протекает интенсивнее, чем в воде и 10% водном растворе NaCl.

О звеньях из стали 35ХГСА. Из этой стали отбирали образцы сечением 20x15 толщиной 7 мм и подвергали термообработке; в качестве предварительной термообработки проводили отжиг и нормализацию. После нормализации заметно уменьшилась полосчатость в структуре, которая имела место после штамповки.

Температура нагрева под закалку составляла 800–900($\pm 15^{\circ}\text{C}$), охлаждение проводили в масле, а температура отпуска составляла 400–500($\pm 10^{\circ}\text{C}$).

Результаты исследования. Экспериментально изучали вышедшее из строя соединительное звено из стали 35ХГСА угольного конвейера с одной из шахт. Видно, что причиной выхода из строя является поломка (разрушение) звена (рис.1.2).



Рисунок 1 – Общий вид соединительного звена



Рисунок 2 – Внешний вид излома на соединительном звене

Исследования показали, что в результате неравномерности хода тяговой цепи, определяемой приводными устройствами, звенья цепи испытывают переменные и изгибающие нагрузки [1].

Также в процессе работы возможно действие динамических нагрузок, возникающих вследствие обрушения на конвейер больших масс угля.

Имеют место экстренные стопорения тягового органа, что приводит к порывам цепей и разрушению соединительных звеньев [2].

Под действием статической нагрузки звено разрушается по наиболее слабому сечению (место перехода цилиндра в утолщение кулака); под действием усталостной нагрузки, звено, как правило, разрушается по телу кулака (рис.1,2).

Структура стали 35ХГСА до термообработки состоит из феррита и перлита, а после - из троостита отпуска и карбидов. Структура троостита имеет невысокую твердость и прочностные свойства в отличие от других структур, поэтому твердость после термообработки составляет 38-40 HRC.

При развитии работ по упрочнению движущихся деталей конвейеров для транспортирования кусковых материалов была установлена возможность повышения коррозионной стойкости и износостойкости стали 35ХГСА, чаще всего используемой для соединительных звеньев скребковых конвейеров, путем предварительного науглероживания перед закалкой, а сортамент сталей для элементов тяговых органов конвейеров может быть расширен за счет низкоуглеродистых сталей с 0,15 – 0,25 % углерода и 1 – 4 % Mn, Cr, Mo с науглероживанием поверхностного слоя (стали типа 20X, 20Г2, 20ХМ, 20ХНМ, 20ХНЗА, а также сталей с повышенным углеродом (0,4 – 0,5 % C) типа стали 45X). При этом авторами была проведена оценка возможности совмещения достоинств низко- и среднеуглеродистых сталей для деталей тяговых органов, дифференциация химического состава, твердости и расположения конструктивных элементов по сечению деталей; на аналитическом и лабораторном уровне сформулированы принципиальные подходы к усовершенствованию производства деталей тяговых органов и адаптации их к современным условиям хозяйствования.

Выводы.

1. В работе рассмотрена возможность улучшения эксплуатационных характеристик деталей шахтных скребковых конвейеров. Показано, что для упрочнения органов тяговой цепи их необходимо подвергать термической обработке закалке с последующим отпуском. Для тяговой цепи из стали 23Г2А оптимальным режимом является нагрев под закалку до температуры $(860 \pm 15)^\circ\text{C}$ с охлаждением в масле и отпуск при 230°C ; поверхностная твердость при такой обработке составляет порядка 30 HRC. Наиболее интенсивному износу подверглись образцы, закаленные в масле и работающие во влажной горной породе.
2. Для упрочнения соединительных звеньев из стали 35ХГСА оптимальным режимом является нагрев под закалку до температуры $800\text{--}900(\pm 15)^\circ\text{C}$ с охлаждением в масле и отпуском при $400\text{--}500^\circ\text{C}$; такой режим обеспечивает твердость 38-40 HRC.
3. Экономически эффективно использовать в качестве предварительной термообработки нормализацию.

Список литературы

1. Спорыхин В.Я., Сноведский В.М. Эксплуатационные параметры тяговых цепей скребковых конвейеров // Уголь Украины. - 1983, №5. - С. 28-29.
2. Гончаров В.П., Нестеренко В.А., Панченко П.П. О повышении долговечности соединительных звеньев цепи конвейера СП – 63 при статических нагрузках // Уголь Украины, - 1980, №11. - С. 33.

3. Алимов В.И., Шаповалова Н.П., Передерий И.А. Повышение качества соединительных звеньев конвейера СП-63//Уголь Украины.-1983, № 4.-С. 40.
4. Алимов В.И., Штычно А.П., Ткаленко И.Э. Упрочнение стали 35ХГСА с ковочного нагрева // Известия Вузов. Черная металлургия. – 1984, №11. – С. 140 – 141.
5. Алимов В.И., Петрущак С.В. Упрочнение сталей для деталей тяговых органов ГШО с нагрева под ковку и штамповку// Стародубовские чтения – 2004. – 2004. – С.343-347.

УДК 696.42

К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ НА ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЕЛЬНЫХ

Е.К. Сафонова, к.т.н., доцент

А.С. Гнитиёва, студент

И.А. Леоненкова, студент

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР
Кафедра промышленной теплоэнергетики*

Сафонова Е.К., Гнитиёва А.С., Леоненкова И.А. В данной работе рассмотрены вопросы о целесообразности внедрения энергетического менеджмента на предприятиях коммунального сектора. Рассмотрены вопросы возможности сокращения потребления энергетических ресурсов в случае привлечения группы энергоаудиторов. В результате внедрения данного предложения появляется возможность снизить потребление энергоносителей на 3-5%.

Ключевые слова: энергообследование, энергетические ресурсы, энергоаудитор, сокращение потребления ресурсов.

Safonova E.K., Gnitieva A.S., Leonenkova I.A. This paper discusses the feasibility of introducing energy management in the municipal sector. The issues of the possibility of reducing the consumption of energy resources in the event of a group of energy auditors are considered. As a result of the implementation of this proposal, it is possible to reduce energy consumption by 3-5%.

Key words: energy inspection, energy resources, energy auditor, reduction of resource consumption.

Введение. Известно, что энергетический менеджмент – это инструмент управления, обеспечивающий постоянное исследование, а значит знание про распределение и условия потребления энергоресурсов.

Так как основные обязанности энергетического менеджера заключаются в участии в составлении карточки потребления энергии на объекте; сборе данных по потреблению первичных энергетических ресурсов (ПЭР); составлении плана и мероприятий, а также расчете ключевых данных по повышению эффективности использования энергии, то целесообразно в теплосети сформировать группу энергоаудиторов, что позволит организовать систему обследования потребления топлива и энергии и провести анализ с возможностью выдачи рекомендации по эффективному использованию энергоресурсов и обеспечить как их наиболее эффективную работу, так и возможность эффективного привлечения других сотрудников на определенных этапах работы по определению нерацио-

нальных расходов ТЭР (топливо, вода, электроэнергия), выработки тепловой энергии и составления мало, средне и высокочастотных мероприятий [1]. Проведение подекадного, квартального, полугодового и годового учета всех видов энергии с возможностью дальнейшего определения этапов энергообследования для продолжения работы или ее приостановления.

Материал и методы. Как правило, для реализации стратегии обследования принимается следующий порядок проведения энергетического обследования:

1) На предварительном этапе проводят сбор документальной информации, при работе непосредственно на предприятии, определяются основные характеристики обследуемого предприятия: общие сведения про него, организационная структура, перечень основных подразделов, ассортимент продукции, составляются графики помесичных объемов потребления энергоресурсов, учитываются цены на энергоресурсы, составляется баланс энергопотребления по структурным подразделениям, оценивается финансовое состояние предприятия.

На втором этапе проводится анализ полученных данных. Строится обобщенная карта энергопотребления по отдельным подразделениям и основными энергоемкими технологическими процессами, предварительно оценивается потенциал энергосбережения, определяется перечень необходимых данных, которые необходимо получить инструментальным обследованием энергоиспользующего оборудования.

2) Инструментальное обследование проводится для воспроизведения информации, недостающей для оценки эффективности энергоиспользования, или при возникновении сомнений касательно достоверности выданной информации. При инструментальном обследовании используются стационарные или переносные специализированные приборы, при этом следует максимально использовать имеющиеся на предприятии системы учета энергоресурсов.

3) Полученная информация является исходной для анализа эффективности энергоиспользования, при котором определяется состав объектов для которых будет проводится разработка энергосберегающих мероприятий; факторы, которые влияют на потребление энергии и рассчитывается: фактическое удельное энергопотребление энергоносителей с учетом объема выпуска продукции; фактическое значение удельного энергопотребления сравнивается с нормативными (номинальными) значениями, после чего делается вывод об эффективности энергопотребления; определяются прямые расходы энергоносителей за счет утечек, недозагруженности, расходов, простоев, неправильной эксплуатации, несоответствия необходимым технологическим параметрам; принимается решение о проведении или не проведении дальнейшего аудита и определения рекомендаций по энергосбережению.

4) При разработке рекомендаций необходимо: рассчитать потенциальную годовую экономию энергоресурсов и определить объем экономии средств; определить технические средства реализации предложенных мероприятий по энергосбережению, определить перечень оборудования необходимого для реализации проектов, оценить его стоимость. После оценки экономической эффек-

тивности все рекомендации классифицируются по трем критериям: беззатратные и малозатратные, которые осуществляется самостоятельно предприятиями в порядке текущей деятельности производств; средnezатратные, которые осуществляются, как правило, за счет собственных средств предприятий; высокозатратные, которые требуют дополнительных инвестиций и осуществляются, как правило, с привлечением инвесторов. По окончании анализа формируется конечный список энергосберегающих мероприятий, который подается на рассмотрение руководству предприятия для дальнейшей реализации.

Результаты исследования. При проведении энергетических обследований возможен ряд ошибок: локальные обследования могут не привести к желаемому результату, что даст не точную оценку состояния объекта; обследование должно проводиться комплексно; при анализе объекта следует обращать внимание на общее состояние объекта, его финансовое положение и возможность внедрения энергосберегающих мероприятий.

Обязателен анализ потребления энергетических ресурсов по всем видам; чаще всего энергоменеджеры не осуществляют анализ потребленных энергоносителей по всем видам, учет их стоимости и состояние выплат за энергоносители и, как следствие, не могут определить нерациональные затраты ресурсов тепловой и электрической энергии; при обследовании объекта строго обязательным является подтверждение предложений необходимыми расчетами, главным заданием которых является определение срока окупаемости и экономия энергоносителей на основе реально существующих цен; обязательным является анализ экологической составляющей объекта, поэтому необходимо учитывать возможности уменьшения негативного влияния на окружающую среду за счет реализации энергосберегающих мероприятий; результатом энергетических обследований является внедрение организационно-административных и малозатратных энергосберегающих мероприятий; в некоторых случаях при окончательном оформлении отчета не обращают внимание на то, что краткий перечень мало-, средне- и высокозатратных мероприятий необходимо размещать в начале отчета про проведение энергоаудита.

Выводы. Целесообразно организовать отделы или группы энергоаудиторов непосредственно на котельных, так как внедрение отдела или группы энергоаудиторов и проведение регулярных энергетических обследований для выявления нерациональных расходов ТЭР позволит снизить их потребление от 3 до 5 %.

Список литературы

1. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : справочное пособие / Л. Д. Богуславский [и др.]. – М. : Стройиздат, 1990. – 624 с.
2. Казанская, В.В. Сравнительный анализ эффективности использования российского и туркменского газа в котельных Донецка / В.В. Казанская, Д.Е. Яруничева // «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» Сборник докладов VI Международной научной конференции аспирантов и студентов. Т.2. – Донецк, ДонНТУ, 2007. – с. 166-167.
3. Казанская, В.В. Влияние энергетического кризиса на потребление топливно-энергетических ресурсов ТЭЦ-ПВС ДМЗ / В.В. Казанская, Ю.А. Боев // «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» Сборник докладов VIII Международной научной конференции аспирантов и студентов. Т.1. – Донецк, ДонНТУ, 2009. – с. 155-156.

УДК 641.51

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ПРИ ИХ ВОДОРЕЗАНИИ

А. В. Гордиенко, к.т.н., доцент,
А. И. Исаев, магистрант
Н. Н. Дзюба, магистрант
gordienko_aleksa@mail.ru

Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского, кафедра оборудования пищевых производств, г.Донецк, ДНР

Гордиенко А. В., Исаев А. И., Дзюба Н. Н. Исследованы реологические свойства пищевых продуктов, на основе чего был выбран наиболее важный показатель их физико-механических характеристик. Используются методы определения твердости, предельного напряжения сдвига и предельного напряжения среза различных пищевых продуктов. Определены перспективы дальнейших исследований.

Ключевые слова: пищевые продукты, реология, водорезание, высокоскоростная струя воды, предельное напряжение сдвига, глубина реза продукта.

Gordienko A.V., Isaev A.I., Dziuba N.N. The rheological properties of food products were investigated, on the basis of which the most important indicator of their physical and mechanical characteristics was selected. The methods used to determine the hardness, ultimate shear stress and ultimate shear stress of various food products. The prospects for further research are determined.

Key words: food products, rheology, water cutting, high-speed water jet, ultimate shear stress, depth of cut of the product.

Введение. Сопротивляемость резанию различных материалов высокоскоростными струями воды во многом предопределяется их физико-механическими свойствами [1]. Физико-механические свойства разрезаемого материала выражаются совокупностью прочностных показателей, которые все одновременно оказывают действие на процесс водорезания. К ним относятся твердость HB , предельное напряжение сдвига τ_0 , предельное напряжение среза $\tau_{ср}$, предел прочности на растяжение σ_p , предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$, предел прочности на изгиб $\sigma_{изг}$, удельная ударная вязкость a , модуль упругости E . Анализ результатов экспериментальных исследований [1] в области водорезания различных материалов показал, что для оценки сопротивляемости резанию высокоскоростными струями воды наиболее тесную корреляционную связь с глубиной реза h обеспечивают твердость HB , предельное напряжение

среза $\tau_{\text{ср}}$ и предельное напряжение сдвига τ_0 . Поэтому, появляется вопрос, какой из этих показателей является наиболее ответственным за процесс водорезания.

Целью данного *исследования* является экспериментальное определение физико-механических свойств пищевых продуктов.

Материал и методы. В связи с этим возникает необходимость проведения серии экспериментов для определения твердости *НВ*, предельного напряжения среза $\tau_{\text{ср}}$ и предельного напряжения сдвига τ_0 пищевых продуктов и дальнейшее установление наиболее значимого фактора.

Измерение твердости *НВ* производили по методу Бринелля (вдавливание стального шарика) в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТе 9012-59. На коническом пластометре КП-3 системы Воларовича [2] с помощью конуса, с углом при вершине 45° определяли предельное напряжение сдвига τ_0 , а с помощью цилиндра, с внутренним диаметром $2 \cdot 10^{-2}$ м и толщиной стенки 10^{-3} м - предельное напряжение среза $\tau_{\text{ср}}$.

Для опытов использовали филе хека, фарш из хека и говяжьих берцовые кости. Образцы рыбы и фарша формировались в бруски размером $0,05 \times 0,1 \times 0,1$ м, которые были исследованы в температурном интервале от 0°C до минус 21°C . Для создания и поддержания температуры использовали широкотемпературный термостат, разрешающий создавать и сохранять температуру в интервале от минус 150°C до плюс 150°C и который детально описан в работе [3].

В работах [2, 4] установлено, что при одинаковом статическом напряжении сжатия образцы волокнистых продуктов (цельная рыба), которые были деформированы по разным направлениям относительно волокон, обладают разным сопротивлением деформации. При сжатии поперек волокон сопротивление деформации в 1,1-1,4 раза больше, чем при сжатии вдоль волокон. Поэтому, можно предположить, что при водорезании высокоскоростной струей воды волокнистых материалов поперек волокон сопротивление резанию будет выше, чем при резании вдоль волокон. Однако, в реальных производственных условиях процесс водорезания будет осуществляться как вдоль волокон, так и поперек их. Вследствие этого, физико-механическими свойствами волокнистых продуктов вдоль волокон можно пренебречь, а в расчетах использовать только значения, измеренные поперек волокон.

Поэтому, твердость *НВ*, предельное напряжение среза $\tau_{\text{ср}}$ и предельное напряжение сдвига τ_0 волокнистых пищевых продуктов (цельной рыбы) определяли поперек волокон.

Результаты исследования. Полученные экспериментальные результаты измерений физико-механических свойств пищевых продуктов для разных температур сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Зависимость твердости, предельного напряжения сдвига и предельного напряжения среза пищевых продуктов от температуры

| Температура, °С | Продукт | 0 | -2 | -3 | -5 | -7 | -9 | -11 | -13 | -15 | -17 | -19 | -21 |
|---|--------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Твердость, <i>HВ</i> | филе хека | 9 | 10 | 12 | 16 | 19 | 23 | 27 | 30 | 32 | 34 | 35 | 36 |
| | фарш из хека | 10 | 11 | 13 | 16 | 20 | 25 | 28 | 31 | 33 | 34 | 36 | 38 |
| | кость | 39 | | | | | | | | | | | |
| Предельное напряжение сдвига, τ_0 , кПа | филе хека | 1,12 | 1,21 | 1,54 | 1,85 | 2,23 | 2,67 | 2,91 | 3,35 | 3,54 | 3,78 | 3,93 | 4,00 |
| | фарш из хека | 1,24 | 1,36 | 1,61 | 1,98 | 2,36 | 2,67 | 3,11 | 3,45 | 3,68 | 3,81 | 3,92 | 3,98 |
| | кость | $4,30 \cdot 10^3$ | | | | | | | | | | | |
| Предельное напряжение среза, $\tau_{ср}$, 10^{-2} Па | филе хека | 0,41 | 0,45 | 0,52 | 0,60 | 0,69 | 0,77 | 0,85 | 0,96 | 1,14 | 1,32 | 1,39 | 1,45 |
| | фарш из хека | 0,43 | 0,46 | 0,54 | 0,62 | 0,69 | 0,79 | 0,87 | 0,96 | 1,12 | 1,31 | 1,41 | 1,48 |
| | кость | $1,65 \cdot 10^3$ | | | | | | | | | | | |

Для установления наиболее значимого фактора, который может быть использован в качестве показателя оценки сопротивляемости пищевых продуктов при резании их высокоскоростной струей воды были проведены экспериментальные исследования по резанию пищевых продуктов высокоскоростной струей воды, представленные в таблицу 2.

Таблица 2 - Зависимость глубины реза пищевых продуктов от температуры

| Температура, °С | Продукт | 0 | -2 | -3 | -5 | -7 | -9 | -11 | -13 | -15 | -17 | -19 | -21 |
|---------------------------------|--------------|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Глубина реза, h , 10^{-3} м | филе хека | 98 | 91 | 86 | 77 | 72 | 65 | 58 | 50 | 44 | 38 | 34 | 33 |
| | фарш из хека | 101 | 98 | 93 | 86 | 78 | 69 | 60 | 52 | 48 | 39 | 31 | 29 |
| | кость | 26 | | | | | | | | | | | |

Экспериментальные исследования по резанию пищевых продуктов высокоскоростной струей воды проводились при давлении воды $P_0 = 300$ МПа, диаметре отверстия струеформирующей насадки $d_0 = 0,4 \cdot 10^{-3}$ м, расстоянии от среза струеформирующей насадки до поверхности разрезаемого пищевого продукта $l_0 = 5 \cdot 10^{-3}$ м и скорости перемещения струи воды относительно пищевого продукта $\mathcal{G}_n = 25 \cdot 10^{-3}$ м/с за один проход.

Для аппроксимации экспериментальных кривых зависимости глубины реза пищевых продуктов от их физико-механических свойств и температуры были построены линейная, показательная, экспоненциальная, логарифмическая и полиномиальная (полный полином второй степени) модели. Их анализ показал, что наилучшие значения коэффициента корреляции дает линейная модель.

Кроме того, она является простейшей. Соответствующие уравнения регрессии и коэффициент корреляции для филе и фарша приведены в таблицах 3 и 4.

Как видно, высокий индекс корреляции с глубиной реза h наблюдается и у предельного напряжения сдвига τ_0 и в твердости HB и у предельного напряжения среза τ_{cp} и у температуры t . Итак, как показали проведенные расчеты, резание пищевых продуктов высокоскоростной струей воды находится в наиболее тесной зависимости от их физико-механических свойств (τ_0 , HB , τ_{cp}) и температуры, при этом предельное напряжение сдвига τ_0 обеспечивает не только наибольшую тесноту связи с глубиной реза, но и наибольшую надежность корреляционной зависимости.

Таблица 3 - Уравнение регрессии и коэффициент корреляции, зависимости глубины реза филе хека от его физико-механических свойств и температуры

| Глубина реза, h , 10^{-3} м | Твердость, HB | Предельное напряжение сре- за, τ_{cp} , 10^{-2} Па | Предельное напряжение сдви- га, τ_0 , кПа | Температура, t , °С |
|------------------------------------|--------------------------|--|--|--------------------------|
| | $h = -2,236 HB + 115,39$ | $h = -60,03 \tau_{cp} + 115,43$ | $h = -21,22 \tau_0 + 119,46$ | $h = 3,24 t + 95,61$ |
| Коэффициент корреляции, R^2 | 0,94 | 0,92 | 0,99 | 0,96 |

Таблица 4 - Уравнение регрессии и коэффициент корреляции, зависимости глубины реза фарша из хека от его физико-механических свойств и температуры

| Глубина реза, h , 10^{-3} м | Твердость, HB | Предельное напряжение сре- за, τ_{cp} , 10^{-2} Па | Предельное напряжение сдви- га, τ_0 , кПа | Температура, t , °С |
|------------------------------------|--------------------------|--|--|--------------------------|
| | $h = -2,511 HB + 127,56$ | $h = -69,15 \tau_{cp} + 127,36$ | $h = -24,78 \tau_0 + 134,33$ | $h = 3,7t + 103,43$ |
| Коэффициент корреляции, R^2 | 0,94 | 0,93 | 0,98 | 0,96 |

Также, как показывает анализ экспериментальных данных и литературных источников, значение предельного напряжения сдвига пищевого продукта имеет наиболее тесную связь с его упруго-эластичными свойствами, а также наиболее объективно отражает физическую структуру и механические свойства пищевого продукта. В связи с этим в качестве показателя оценки сопротивляемости пищевых продуктов при резании их высокоскоростной струей воды может быть принято значение их предельного напряжения сдвига τ_0 . Поэтому, в

дальнейшем будет использоваться именно этот показатель физико-механических свойств пищевых продуктов.

Выводы. Установлены основные прочностные показатели пищевых продуктов, одновременно оказывающие действие на процесс их водорезания. Разработана методика определения физико-механических свойств пищевых продуктов. Установлено, что предельное напряжение сдвига может быть принято в качестве критерия оценки сопротивляемости пищевых продуктов при резании их высокоскоростными струями воды.

Таким образом, для дальнейших исследований перспективным направлением является определение влияния расстояния до разрезаемого пищевого продукта и числа проходов струи воды на глубину его реза, гидравлических параметров высокоскоростной струи воды, влияния скорости перемещения высокоскоростной струи воды на глубину реза пищевых продуктов.

Список литературы

1. Тихомиров, Р. А. Гидрорезание неметаллических материалов [Текст] / Р. Тихомиров, В. С. Гуенко – К.: Техника, 1984. – 150 с.
2. Маслова, Г. В. Реология рыбы и рыбных продуктов [Текст] / Г. В. Маслова, А. М. Маслова – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. – 216 с.
3. Гордиенко А. В. Влияние гидравлических параметров высокоскоростной струи воды на эффективность процесса водорезания пищевых продуктов / Гордиенко А. В., Погребняк А. В. // Перспективы пищевых технологий: темат. зб. науч. трудов / Одесская нац. акад. пищ. технологий. – Одесса, 2009. – Вип. 35. – Т. 2. – С. 134 - 137.
4. Гордиенко А. В. Основные параметры, влияющие на водорезание пищевых продуктов / А. В. Гордиенко / Актуальні проблеми харчування: технологія та обладнання, організація і економіка: Міжнар. наук. – техн. конф. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2009. – С. 4 – 6.

УДК 65.01:628

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В.А. Горовенко, ст. преп.

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР

Горовенко В.А. Статья посвящена управлению качеством продукции на отечественных промышленных предприятиях. Организация деятельности предприятия рассматривается с точки зрения процессов. Управление качеством продукции будет зависеть от процессного подхода к организации деятельности.

Под процессами предложено понимать логически упорядоченные последовательности этапов (шагов, элементов), которые превращают входы в выходы. Акцентируем внимание на то, что качество продукции напрямую определяется качеством процессов ее проектирования, разработки, изготовления и использования. Задачи управления качеством, исходя из этого, заключается в том, чтобы все эти процессы находились под контролем и проявлялись и устранялись все несоответствия требованиям по качеству.

Ключевые слова: промышленное предприятие, управление, качество, система, процессный подход, стандарт.

Gorovenko V.A. Article is devoted to a Quality management of products of industrial enterprises. The organization of the company is considered in terms of processes. The Quality management will depend on the process approach to organizing activities.

Under processes proposed to understand the logically ordered sequence of steps (steps, elements) that convert inputs into outputs. We draw attention to the fact that product quality is directly determined by the quality processes of design, development, manufacture and use. Objective quality management, therefore, is that all these processes are under control and to identify and eliminated all non-compliance with the quality.

Key words: industrial enterprise, management, quality, system, process approach, standard.

Введение. Важное значение в деятельности предприятия занимает качество продукции. Современная рыночная экономика предъявляет принципиально иные требования к качеству выпускаемой продукции. Повышение качества продукции в значительной мере определяет способность предприятия к выживанию в условиях на рынке, темпы научно-технического прогресса, роста эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятии.

Качество является предпосылкой конкурентоспособности предприятия. Причиной этого является то, что потребители все чаще обращают внимание при выборе продукции собственно на ее качество. Отсюда и необходимость постоянной, целенаправленной работы по повышению качества продукции в сравнении с аналогами конкурентов.

Для того, чтобы продукция была качественной необходимо уделять особое внимание управлению качеством продукции на предприятии. Управление качеством целесообразно рассматривать как отдельный процесс на предприятии. Именно поэтому на предприятии целесообразно внедрять систему качества, которая заключается в комплексности подхода к улучшению результатов. В связи с этим важным является момент определения процессов, которые будут составлять эту систему, что позволит оптимально распределить усилия предприятия в создании продукции и обеспечит контроль за осуществлением всех функций.

Постановка задачи. Целью статьи является анализ управления качеством на основе процессного подхода и предложены процессы, составляющими которых являются инновационный, операционный и вспомогательный.

Методология. Теоретико-методологической основой проведенного исследования послужили положения теории управления качеством продукции, общенаучные методы научного познания.

Результаты исследования. Среди ученых распространено мнение, что XXI в. будет веком качества. Качества во всех ее проявлениях: качества продукции и услуг, качества труда, качества окружающей среды и, в целом, качества жизни. Проблема качества такая же древняя, как и само человечество [1].

Управлением качеством продукции на предприятиях посвящены работы отечественных и зарубежных ученых, в частности таких как: Ю.П. Адлер, Р. Бычкова, С.А. Варакута, В.Е. Момот, Салухина Н.Г., Кубышина Н.С., Ю.Е. Полозов, С. Парк В.М. Рябченко, А. Редзюк, Р.А. Толпежников, А.К. Фейгенбаум, С.Е. Шепетова, Дж. Харингтон, С. Рубинштейн, В. Парето, К. Исикава, Э. Деминг, Т. Нагао, Дж. Стинг, Дж. Эттингер и другие.

Однако недостаточно исследованным остался вопрос по применению процессного подхода к управлению качеством продукции на промышленных предприятиях.

Управление качеством продукции имеет целью создание конкурентоспособного предложения учитывая имеющуюся на рынках аналогичную продукцию. Поскольку конкурентоспособность продукции составляет совокупность свойств товара, которая обеспечивает его способность конкурировать с аналогами на конкурентном рынке в определенный период времени, то перед отделом маркетинга стоит задача формировать конкурентоспособное предложение и управлять этой конкурентоспособностью.

Управление качеством (продукцией, производственными процессами и предприятием в целом) предусматривает: стимулирование и сохранение стиля

руководства, способствует обеспечению качества; обеспечение ценностей, мировоззрения и поведения, способствующих улучшению качества.

Для эффективной организации управления качеством продукции следует, чтобы был определен не только объект управления, но и категории управления, то есть явления, позволяющие лучше осознать и организовать весь процесс.

В условиях жесткой конкуренции и усиление независимости потребительских предпочтений разработка, внедрение и повышение действенности менеджмента качества осуществляться с учетом ход конкретных процессов [4].

Подход с позиций процесса основывается на том, что процессом можно считать всякую деятельность, при которой для преобразования входов в выходы используются ресурсы. Для плодотворной деятельности организациям предстоит определить многочисленные взаимосвязанные процессы с целью управления ими [4].

Каждый процесс рассматривается с позиций системы, согласно которым: входы и результаты процесса четко определяются и измеряются; определяются потребители каждого процесса, идентифицируются их требования, изучается, насколько они довольны результатами процесса; устанавливается взаимодействие конкретного процесса с другими процессами организации; определяются полномочия, права и ответственность за управление процессом; при проектировании процесса определяется его ресурсное обеспечение.

Исходя из выше сказанного, на промышленных предприятиях в рамках системы управления качеством предложено определить следующие процессы (см. табл.1). Все процессы объединены в две группы - это основные и вспомогательные процессы, то есть функциональные процессы, обеспечивающие основные процессы. Выделяют также такую группу процессов как управленческие, к которым относятся организация, планирование, контроль, анализ, регулирование и тому подобное.

Таблица 1

Процессы, определенные на предприятии

| Основные процессы | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------|
| Процесс 1. Создание продукта | Процесс 2. Производство продукта. | Процесс 3. Поставки продукта |
| Вспомогательные процессы | | |
| Процесс 4. Управление поставками | | |
| Процесс 5. Управление людскими ресурсами. | | |
| Процесс 6. Управление финансовыми ресурсами. | | |
| Процесс 7. Управление информационными ресурсами. | | |

Взаимодействие вышеназванных процессов можно изобразить с помощью простой схемы (см. рис. 2). Она проста, без всяких сложностей. Особенностью является то, что, когда заканчивается последний процесс сразу же начинается первый.

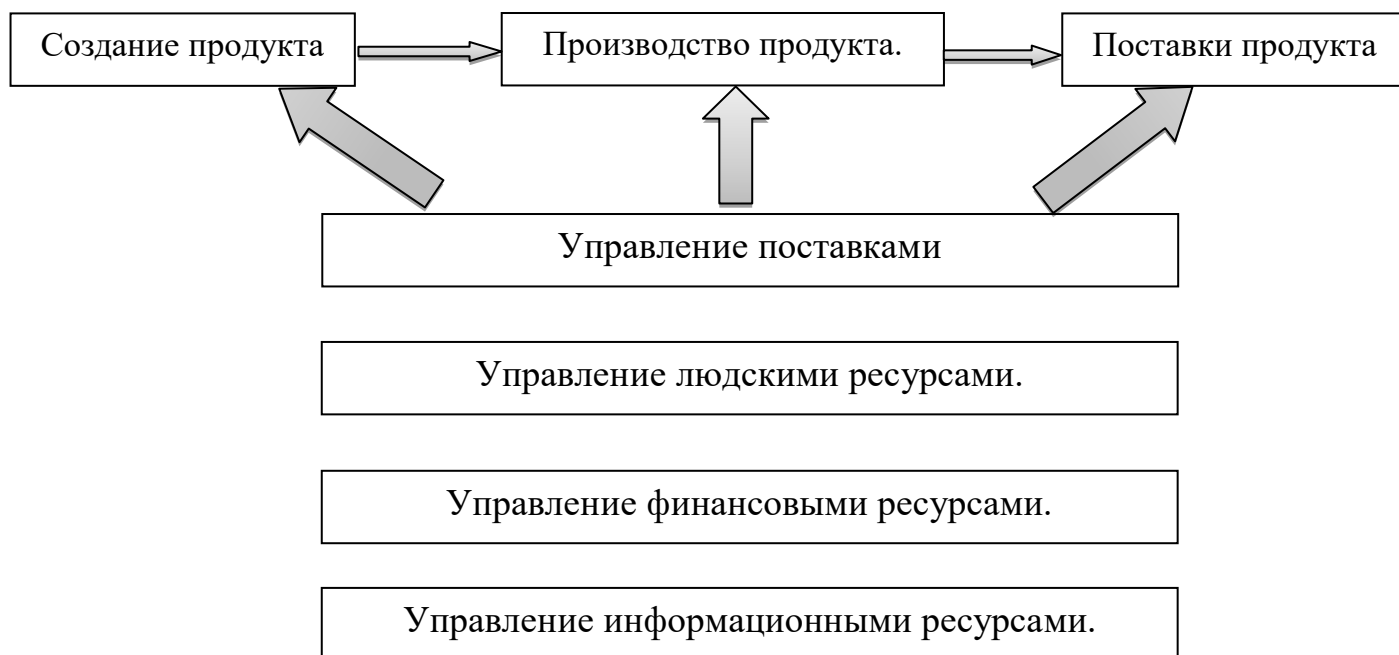


Рис. 2. Взаимодействие основных и вспомогательных процессов предприятия.

Касательно взаимодействия вспомогательных процессов, то они выступают своеобразной поддержкой для эффективного функционирования основных процессов. Они работают не всегда, могут появляться на отдельных стадиях и при определенных ситуациях.

На промышленном рынке для того, чтобы производить высококачественную продукцию и быть конкурентоспособным, применение процессного подхода в управление организацией является чрезвычайно важным. Он помогает осуществлять контроль как на уровне одного процесса, так и в общем - на уровне всей организации, позволяет избегать брака продукции.

Таким образом, основные процессы прежде всего ориентированы на конечного потребителя (рынок). Организация деятельности предприятия таким образом позволит отслеживать причины выявленных новых кризисных явлений в сочетании с динамикой рынка и быстро их устранить, а также построить бизнес, который имеет будущее.

Вывод. Обеспечение качества все чаще понимают не как техническую функцию, реализованную каким-либо подразделением, а как систематический процесс, пронизывающий всю организационную структуру предприятия.

На промышленных предприятиях, в условиях глобализации, обострения конкуренции и т.д., целесообразно применять подход с позиции процессов в организации своей деятельности. Такой подход обеспечит высокое качество продукции, а, следовательно, и конкурентоспособность предприятия, за счет четкого распределения функции и обязанностей на предприятии, осуществление контроля при осуществлении малейшей операции и тому подобное. Следует отметить, что для большей эффективности, лучше было бы

детализировать основные процессы. Это поможет усовершенствовать систему управления качеством и более эффективно выполнять тот или иной вид деятельности на предприятии.

Обычно на предприятии выделяют основные (создание продукции, производство продукции, поставка продукции) и вспомогательные процессы (управление финансовыми ресурсами, управление человеческими ресурсами и др.).

Нужно стремиться к тому, чтобы качество продукции, управления ею охватывали все подразделения предприятия без исключения. Это поможет предприятию действовать как система, лучше организовывать свою деятельность, так как всеобъемлющее повышение качества достигается только заинтересованным участием всех работников. Все это будет завершенным процессом только тогда, когда будет действовать четко организованная система управления качеством, направленная на интересы потребителей, касается всех подразделений и приемлемая для всего персонала. На предприятии необходимо создавать специальный орган - отдел по управлению качеством.

Список литературы

1. Шаповал М.И. Менеджмент качества: Учебник. 3-е изд. / Шаповал М.И. - М.: Знание, КОО, 2007.
2. Фомичев С.К. Основы управления качеством: Учеб.пособие. / Фомичев С.К., Старостина А.А., Скрябина Н.И. - К.: МАУП, 2000.
3. Крылова Г.Д. Зарубежный опыт управления качеством. - М: Изд-во стандартов, 2004.
4. Винокуров В. Качество управления как фактор укрепления рыночных позиций предприятия / В. Винокуров, А. Винокуров // Стандарты и качество. - 2006. - №3. - С. 23-27.
5. Василевская С. В. Процессы СМК: прикладная идентификация [Электронный ресурс] / С. В. Василевская // Веб-портал KlubOK.net – Управление качеством. - Режим доступа: <http://www.klubok.net/article2371.html>
6. Калита Т.П. Процессный подход – что сделать, чтоб он стал реальностью в организации [Электронный ресурс] / А. П. Калита // Журнал «Das Management» - 2010. - № 10-12. - Режим доступа к журн.: <Http://www.management.com.ua/qm/qm159.html>.

УДК 369.01 + 364.442.6

**К ВОПРОСУ СООТНОШЕНИЯ ПОНЯТИЙ «СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА»,
«СОЦИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ» И «СОЦИАЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ»**

**О.Л. Дариенко,
Е.Г. Курган, к.э.н., доцент**

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

Дариенко О.Л., Курган Е.Г. На основе анализа различных научных подходов рассмотрены сущность и особенности категорий «социальная защита», «социальное страхование» и «социальное обеспечение». Осуществлено их разграничение и определены характерные особенности каждого из них.

Ключевые слова: социальная защита, социальное страхование, социальное обеспечение, государственная гарантия.

Darienko O.L., Kurgan E.G. This was considered the essence and features of the categories of «social protection», «social insurance» and «social security» based on the analysis of various scientific approaches. This was their distinction and identified the characteristic features of each of them.

Keywords: social protection, social insurance, social security, state guarantee.

Введение. Стабильность функционирования данного направления государственного управления зависит от того, насколько оно совершенное по форме и содержанию, что подразумевает формирование понятийно-категориального аппарата, определяющего сущность общественного явления. Так, понятия «социальная защита», «социальное обеспечение» и «социальное страхование» не всегда имеют однозначное трактование. В этой связи назревает необходимость исследования сущности данных научных категорий, а так же вопросов их соотношения и функционирования в обществе.

Анализ исследований. Теоретическим и практическим аспектам обеспечения социальных прав человека и осуществления социальной политики государства посвящены труды таких ученых, как В.С. Андреева, Е.И. Астрахана, А.Н. Егорова, Н.Б. Болотиной, П.Д. Пилипенко, В.Я. Бурака, С.М. Синчука, И.М. Сироты, И.С. Ярошенко, А.Г. Чутчевой, Н.В. Гарасимовой, Л.Б. Баранник и других.

Целью данной статьи является осуществление анализа сущности и содержания категорий «социальная защита», «социальное обеспечение» и

«социальное страхование» и определение их соотношения в рамках реализации социальной политики государства.

Результаты исследования. В научной литературе термин «социальное страхование» употребляется параллельно с такими понятиями как «социальная защита», «социальное обеспечение», «социальные гарантии», «социальные стандарты» и т.д. Проблема их применения заключается в отсутствии единого подхода к определению этимологического значения и содержания этих понятий.

Так, С.А. Кузнецова в «Большом толковом словаре русского языка» трактует термины «защита» и «обеспечение» как действия, наделяя категории «социальное обеспечение» и «социальная защита» идентичным содержанием. Слово «социальный» указывает, что объектом исследований в любом случае является сфера общественных отношений, то есть дискуссии о целесообразности применения тех или иных понятий ведут ученые правовых, философских и экономических наук. Таким образом, содержание одного и того же термина в зависимости от сферы научных интересов исследователя будет разным. На наш взгляд, эта многозначность и порождает существующие разногласия.

В научных кругах соотношение понятий «социальная защита» и «социальное обеспечение» является достаточно дискуссионным. Так, П.Н. Рабинович и А.С. Панкевич [1] считают понятие «социального обеспечения» более корректным, чем «социальная защита», поскольку в процессе обеспечения прав и свобод человека «защита» является только одним из составляющих элементов. Кроме этого, слово «защита» ассоциируется с временным действием, которое должно закончиться, как только пройдет угроза, при том, что «обеспечение» представляет собой перманентный процесс, не зависящий от временных жизненных осложнений. Также понятие «защита» несет тревожную психологическую нагрузку, поскольку сопряжено с угрозой, нападением, опасностью.

Мы согласны с утверждением П. Спикера [2], которые считают, что понятие «социальная защита» является более широким, нежели «социального обеспечения», поскольку включает элементы, не содержащиеся в понятии «социальное обеспечение». Таким образом, понятие «социальной защиты» и «социального обеспечения» не являются идентичными, поскольку первое, кроме социального страхования, социальных стандартов и гарантий государства населению предусматривает социальное обеспечение как составную часть.

Учитывая указанное выше, мы предлагаем рассматривать понятие «социальная защита» в узком и широком смыслах (рис. 1).

Таким образом, выявленная сущность понятий «социальная защита» и «социальное обеспечение» позволила установить соотношение между ними,

которое формулируем следующим образом: социальное обеспечение – это отдельная составляющая системы социальной защиты населения страны.

Далее определим сущность понятий «социальное страхование» и «социальное обеспечение» и установим соотношение между ними.

На наш взгляд, социальное страхование целесообразно рассматривать, как в узком, так и в широком смысле. Социальное страхование в узком смысле понимается как отдельная составляющая системы социальной защиты населения, представляющая собой гарантированную государством систему мер по материальному обеспечению граждан в старости, в случае общего заболевания (в том числе увечья, не связанного с работой, инвалидности детства), в случае полной или частичной потери трудоспособности в трудоспособном возрасте в результате несчастного случая на производстве или профессионального заболевания, в случае временной нетрудоспособности (включая уход за больным ребенком, а также в связи с беременностью и родами) или потери кормильца, по безработице по независящим от гражданина причинам, при выходе на пенсию, а также в других случаях за счет средств, формируемых из уплачиваемых страховых взносов работодателями и наемными работниками, а также бюджетных ассигнований.

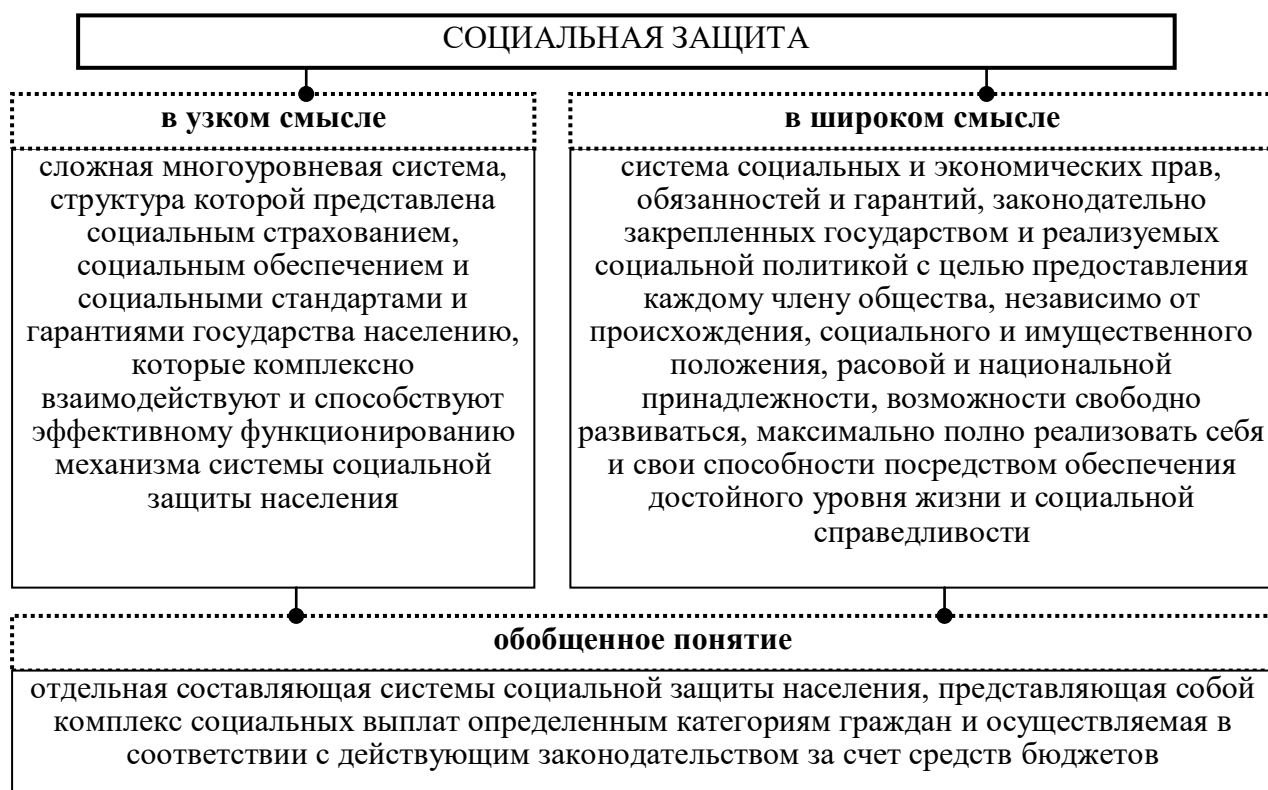


Рисунок 1 – Основные подходы к трактованию сущности понятия «социальная защита»

В широком смысле социальное страхование следует рассматривать как совокупность правовых, социально-экономических, профилактико-реабилитационных и образовательных мероприятий, направленных на материальное, культурно-бытовое и оздоровительно-профилактическое обслуживание граждан.

Устанавливая соотношение между социальным страхованием и социальным обеспечением, отметим, что некоторые ученые не разграничивают эти два понятия, считая их идентичными. Например, по мнению Л. В. Забелина, «все особенности социального обеспечения характерны и для социального страхования» [3].

Однако такой позиции придерживаются не все ученые. Так Н.М. Внукова, указывая основные критерии социального страхования, одновременно характеризует его отличие от социального обеспечения. По мнению автора, основная функция социального страхования связана с компенсацией социальных рисков и избеганием последствий неблагоприятных ситуаций; возможность предусмотреть вероятность рисков; рискованная ситуация отмечается конечной длительностью [4].

Стоит отметить, что указанные признаки социального страхования отличают его от социального обеспечения. Учитывая это, можно сделать вывод о том, что Н.М. Внукова разделяет точку зрения различия этих двух понятий.

Другой ученый Б.В. Надточий отмечает, что согласно кодификации Международной Организации Труда (далее – МОТ) современное понимание термина «социальное обеспечение» включает в себя следующие понятия: социальное страхование, социальная помощь, государственную помощь, которая финансируется за счет налогов; сберегательные фонды [5]. Из этого следует, что «социальное обеспечение» шире понятия «социальное страхование», поскольку последнее является составной частью первого.

Выводы. Таким образом, проведенный анализ позволил выделить три различные позиции по экономическому содержанию рассматриваемых категорий: первая – «социальное страхование» как составная часть «социального обеспечения»; вторая – «социальное страхование» и «социальное обеспечение» как категории,

не имеющие принципиальных отличий, а все особенности социального обеспечения характерны и для социального страхования; третья – «социальное страхование» и «социальное обеспечение» как тождественные категории и одновременно как отдельные составляющие системы социальной защиты населения государства. Что касается экономического содержания рассматриваемых категорий, то, с нашей точки зрения, наиболее корректной является последняя позиция.

Список литературы

1. Рабінович, П.М. Соціальне право: деякі питання загальної теорії / П.М. Рабінович, О. З. Панкевич // Право України: наук. журнал. – 2003. – № 1. – С. 104–107.
2. Спикер, П. Социальная политика: темы и подходы / П. Спикер. – М.: Феникс. – 2015. – 400 с.
3. Внукова, Н.М. Социальное страхование: учеб. пособие / Н.М. Внукова, Н.В. Кузьмич. – М.: Кондор, 2014. – 352 с.
4. Забелин, Л.В. Теория социального обеспечения / Л.В. Забелин. – М.: Изд. ВЦСПС, 1924. – 203 с.
5. Надточий, Б. Социальное страхование в контексте истории / Б. Надточий // Социальная защита. – 2017. – № 2. – С. 20-24.

**КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ САР НАТЯЖЕНИЯ СТАЛЬНОЙ
ПОЛОСЫ ОДНОКЛЕТЬЕВОГО РЕВЕРСИВНОГО
СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ**

**Н.В. Жукова, канд. тех. наук, доц.,
В.А. Рудаков, студент**

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

Жукова Н.В., Рудаков В.А. Выполнен анализ технологического процесса реверсивной прокатки в одноклетьевом стане как объект управления. Выявлены недостатки существующих систем регулирования натяжения стальной полосы до и после клетки. В разработанной системе предлагается подавлять высокочастотные флуктуации натяжения по длине полосы, возникающие из-за вариаций толщины рабочего тела на входной и выходной сторонах стана, за счет организации канала компенсации возмущения по скорости прокатки.

Ключевые слова: реверсивная прокатка, натяжение стальной полосы, толщина проката, регулятор натяжения, скорость прокатки, электропривод клетки, электропривод моталки.

Zhukova N.V., Rudakov V.A. The article considers the approaches to reduce electric machines power consumption by using energy saving motors. The analysis of typical loss types in electric machines and ways to reduce them are presented.

The conducted studies prove that the fractional composition of the introduced flux into the sinter mixture significantly affects the strength properties and stability of the sinter, as well as the efficiency of sinter production.

Keywords: reverse rolling, steel strip tension, rolled thickness, tension regulator, rolling speed, stand electric drive, winder electric drive.

Постановка задачи. Непрерывный процесс прокатки на одноклетьевом реверсивном стане определяется процессами обработки металла давлением (ОМД) в реверсивной клетке с целью обеспечения требуемой толщины проката и взаимосвязью между моталками и клетью через прокатываемую полосу. Вследствие этого между технологическим процессом (ТП) прокатки, системой многодвигательного электропривода и элементами конструкции стана имеются взаимосвязи, определяющие систему стана как единое целое.

Рассмотрим параметры, характеризующие ТП прокатки стальной полосы в клетке: F_{np} - сила прокатки; M_{np} - момент прокатки; $T_{m,i}$, $T_{i,m}$ - натяжения в промежутках до и после клетки; γ - коэффициент вытяжки проката; R_k - катающий радиус валков клетки, R_m - радиус моталки; $V_{m,i}$, $V_{i,m}$ - скорости входа и выхода полосы из клетки; $H_{m,i}$, $H_{i,m}$ - толщина проката до и после клетки; P_l -

реологические свойства стальной полосы; b, h - геометрические размеры ленты (ширина и высота); $K_{жс}$ - жесткость клетки (коэффициент упругости); $M_{эм i}$ - электромагнитный момент двигателя; ω_i - скорость вращения двигателя. На основании системного анализа, объединив все используемые параметры, введем обобщенный вектор состояния, характеризующий процесс производства ПП для i -ой клетки:

$$\bar{X}(t) = \left| F_{np}, M_{np}, T_{m,i}, T_{i,m}, V_{m,i}, V_{i,m}, M_{эм i}, \omega_i, H_{m,i}, H_{i,m}, P_l, \gamma_i, R_k, R_m, b, h, K_{жс} \right|.$$

Анализ влияния этих параметров на процесс прокатки полосы показывает его неоднозначность. Но можно выделить три группы параметров: проекционные \bar{X}_n , возмущающие \bar{X}_f и управляющие \bar{X}_U .

Проекционные параметры или остаются неизменными, или незначительно изменяются в процессе работы стана: $\bar{X}_n(t) = \left| R_k, R_m, b, h, K_{жс}, P_l \right|$. В процессе проведения технологии часть параметров вектора \bar{X}_n , такие как $R_k, b, h, K_{жс}, P_l$ изменяются, действуя возмущающим образом на ТП, и выступают факторами нестационарности процесса прокатки, что приводит к необходимости корректировать начальную настройку стана.

В процессе прокатки профиля в системе стана могут действовать различные возмущения. К основным из них относят возмущения: $F_{np}, M_{np}, T_{m,i}, T_{i,m}, V_{m,i}, V_{i,m}, H_{m,i}, H_{i,m}$, которые проявляются в системе управления электроприводом моталок и клетки, и образуют вектор возмущений, представленный в виде:

$$\bar{X}(t) = \left| F_{np}, M_{np}, T_{m,i}, T_{i,m}, V_{m,i}, V_{i,m}, H_{m,i}, H_{i,m} \right|.$$

Эти параметры связаны между собой. Физические особенности, лежащие в основе этих взаимосвязей можно свести к следующему. Изменение натяжения (сжатия) проката, возникающие под влиянием тех или иных возмущений, вызывают изменение давления металла на валки в зоне очага деформации (прокатки): при увеличении натяжения уменьшается давление металла на валки, и, наоборот, при уменьшении натяжения давление увеличивается.

Поскольку механическая система валки - клеть характеризуется определенной степенью упругости (жесткость клетки), то изменение давления металла на валки приводит к изменению высоты калибра в данной клетки, т.е. при неизменном положении нажимных винтов прокат, выходящий из валков, изменяется в зависимости от приращения натяжения в промежутках до и после моталки. Одновременно вследствие этого меняются скорости входа и выхода проката из клетки (в валки) $V_{m,i}, V_{i,m}$, что оказывает в свою очередь влияние на режим натяжения полосы. Следовательно, момент сопротивления технологической операции, приложенный к валкам, зависит от степени изменения толщины рабочего тела в клетки, а также от переднего и заднего натяжений до и после мо-

талки. Поэтому изменение натяжений полосы вызывает изменение скорости вращения двигателя в соответствии со степенью жесткости его механической характеристики.

Скорость входа и выхода рабочего тела из клетки определяется не только скоростью вращения валка и степенью деформации, но и опережением и отставанием рабочего тела, последние, в свою очередь, являются функцией натяжения полосы и величины обжатия. Поэтому, стабилизация натяжения ленты является основным фактором получения проката высокого качества. Потеря натяжения, так и его чрезмерная величина, приводит к аварийным режимам [1].

Основными энергосиловыми параметрами процесса являются $F_{пр}, M_{пр}, T_{m,i}, T_{i,m}$, поэтому необходимо организовать регулирующие связи по натяжению для компенсации возмущений со стороны электропривода прокатной клетки, с целью обеспечения необходимого натяжения полосы. А поскольку в объекте измеряемыми являются электромеханические параметры многодвигательного привода $M_{эм}, \omega$, то вектор управляющих параметров будет следующим: $\bar{X}_U = |M_{эм}, \omega|$.

Тогда, с учетом вышеприведенного анализа, структурная схема связей по параметрам, характеризующих процесс получения проката в электроприводной клетке будет следующей (рис.1).

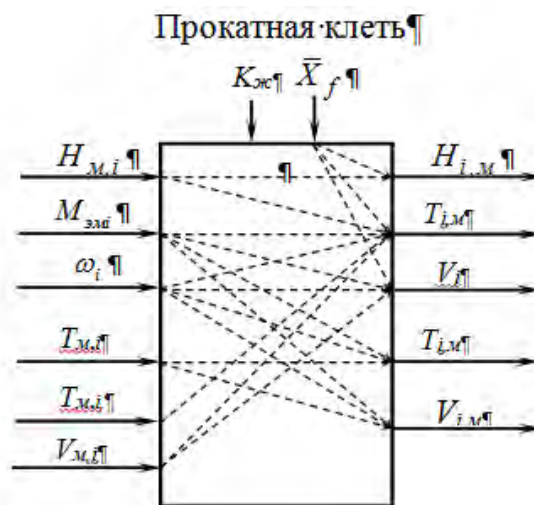


Рисунок - 1 Структурная схема связей по параметрам для электроприводной клетки

Как видно из рис.1, непрерывный процесс реверсивной прокатки, является многомерным объектом управления и относится к виду многосвязных электромеханических систем, т.к. он рассматривает систему электроприводов клетки и моталок как составную часть ТП прокатки и единое целое с непрерывным станом во всем многообразии явлений и процессов прокатки стальной полосы. В этой структуре многосвязная электромеханическая система выступает как регулирующий орган процесса, распределяющий управление на создание усилий изменения толщины по длине стальной полосы. Следовательно, обеспечение

стабилизации процесса по установленному вектору управляющих переменных ($\bar{X}_U = |M_{эмi}, \omega_i|$) целесообразно, т.к. рассматриваемая технологическая схема реверсивной прокатки позволяет измерять основные энергосиловые параметры процесса, такие как моменты прокатки и натяжения полосы. А главной задачей управления натяжением полосы будет организация регулирующих связей по основным параметрам процесса с целью компенсации возмущающих воздействий со стороны системы электропривода и гидронажимного устройства.

Методика решения задачи. Для понимания процесса регулирования натяжения приведем структурную схему математической модели натяжения с компенсацией возмущения по скорости прокатки (рис. 2).

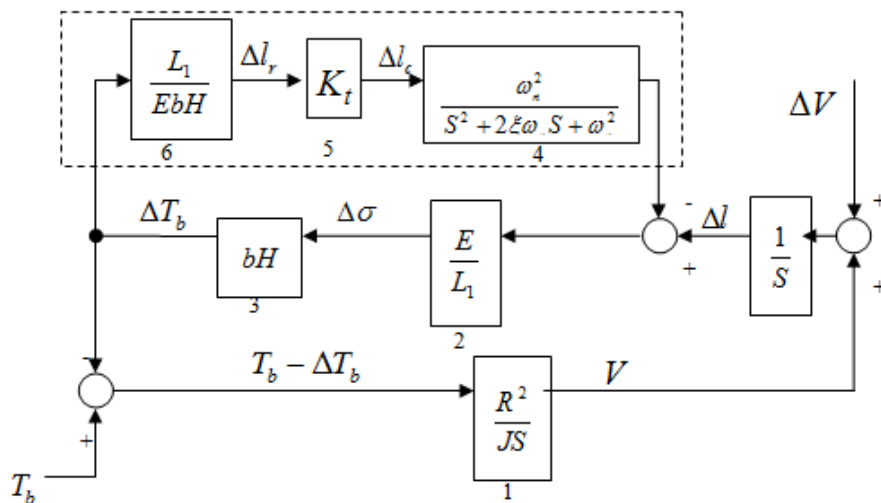


Рисунок 2 – Структурная схема модели натяжения рабочего тела между моталкой и клетью

На рис. 2 пунктирной линией отмечены блоки, представляющие характеристику модели натяжения (динамическая характеристика флуктуаций натяжения), а все остальные – физические явления, происходящие в процессе прокатки.

Используя данную структурную схему, опишем возникновение текущих изменений натяжения во время процесса прокатки и работу канала компенсации флуктуаций натяжения. Сначала моталка, вместе с катушкой ускоряется под действием величины T_b , которая пропорциональна значению тока двигателя от регулятора тока для образования скорости V_m моталки. Скорость моталки V_m возмущается изменением скорости ΔV рабочего тела из-за изменения натяжения на входной и выходной сторонах стана и/или из-за вариаций толщины рабочего тела, которые вызывают дисбаланс скорости через сумматор. Затем, это значение интегрируется в разницу удлинений Δl в продольном направлении рабочего тела, откуда в блоке 2 вычисляется изменение напряжения натяжения $\Delta \sigma$. Умножив это значение на bH , получим обратное изменение натяжения ΔT_b , которое сравнивается на сумматоре со значением натяжения T_b для получения величины отклонения. Моталка управляется этим откло-

нением так, чтобы скомпенсировать влияние ΔV . Изменение натяжения ΔT_b конвертируется в блоке 6 в изменение удлинения Δl_r . Полученное значение усиливается в K_t раз для получения величины Δl_c , с помощью которой и происходит компенсация высокочастотных флуктуаций натяжения рабочего тела. Таким образом, переходный процесс происходит намного быстрее, так как на него не влияет инерционность моталки.

Выше сказанное можно сформулировать в виде структуры (рис.3), отражающей концепцию регулирования натяжения стальной полосы между клетью и моталкой.

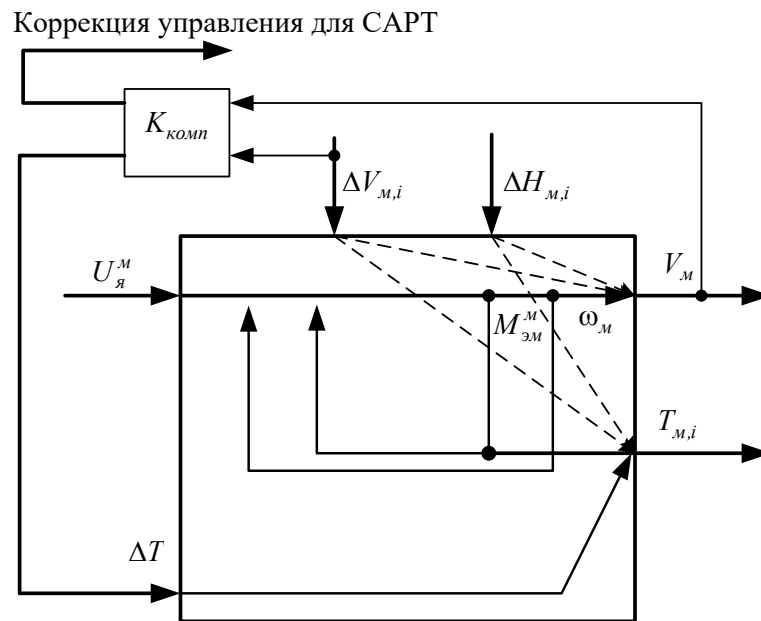


Рисунок 3 – Концепция построения системы автоматического регулирования натяжения

Из структуры следует, что система управления натяжением полосы со стороны моталки является трехконтурной. Внешний контур – регулятор натяжения полосы, а система электропривода моталки стандартная, двухконтурная, реализована по принципу подчиненного регулирования. В системе управления организован канал компенсации возмущения по изменению скорости прокатки. Компенсация заключается в вычислении собственной частоты флуктуаций натяжения вдоль рабочего тела и определении коэффициента компенсации, сглаживающего эти флуктуации. Сигнал компенсации корректирует сигнал обратной связи по натяжению полосы, а также корректирует сигнал управления на перемещение сервопривода гидронажимного устройства (ГНУ) валков клетки в системе регулирования толщины полосы.

Список литературы

1. Дружинин Н.Н. Непрерывные станы, как объект автоматизации. - М.: Металлургия, 1975. - 336 с.
2. Афанасьев В.С. Автоматизированный электропривод в прокатном производстве: Уч. для вузов. - М.: Металлургия, 1977. – 280 с.

УДК 669:532.516.13

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ
ДИФфуЗИОННОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ВНЕПЕЧНОЙ
ДЕГАЗАЦИИ РАСПЛАВА СТАЛИ ОТ РАСТВОРЕННЫХ ВОДОРОДА И
КИСЛОРОДА ПРОДУВКОЙ АРГОНА**

**Н.И. Захаров, д.т.н., профессор
В.А. Шатович, магистрант
К.А. Сергеев, магистрант**

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР
Кафедра технической теплофизики*

Захаров Н.И., Шатович В.А., Сергеев К.А. Энергоресурсосбережение в рамках рассматриваемой технологии обуславливает снижение интенсивности продувки расплава аргоном до уровня оптимума, перемешивание металла в период его выпуска из плавильной печи в рафинировочный агрегат, а также отсутствие необходимости дополнительного подогрева стали перед ее выпуском вследствие ограничения времени обработки расплава этим периодом.

Ключевые слова: интенсивность продувки, аргон, конвективная диффузия водорода, расплав.

Zakharov N.I., Shatovich V.A., Sergeev K.A. Energysuppliesaving within this technology causes a decrease of the intensity melt blowing argon to a level optimum mixing metal during its release from the melting furnace into the refining unit, and no need of additional heating steel before its release due to the processing time limit of the melt this period.

Key words: intensity of blowing, argon, hydrogen convective diffusion, melt.

Введение. Численное исследование конвективной диффузии в условиях рассматриваемой технологии проведено на основе компьютерной программы с использованием математической модели [1].

В ее основе лежат следующие допущения:

- однородность концентрации удаляемых газов по объему металла вследствие перемешивающего действия пузырей аргона, за исключением диффузионных пограничных слоев на границе аргон – расплав;
- постоянство температуры жидкой ванны по ее объему и времени;
- на границе аргон - расплав достигается термодинамическое равновесие;
- смесь газов в пузырях аргона идеальная (в термодинамическом смысле);
- перенос газов в металл извне отсутствует.

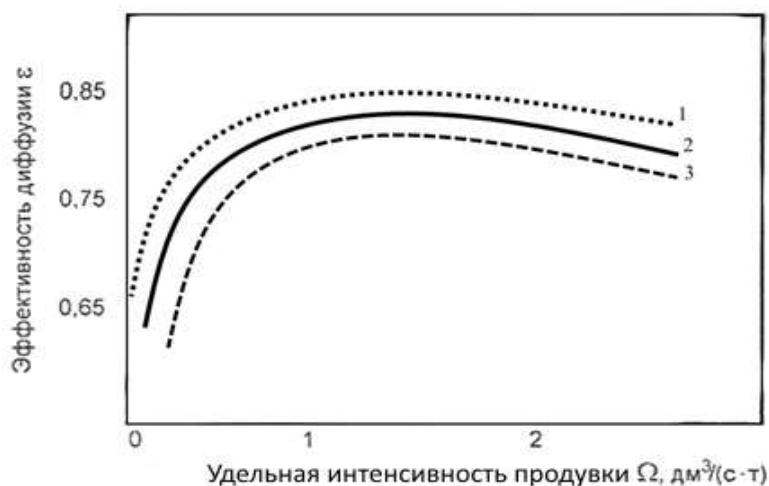
Материал и методы. На рисунке 1 показана зависимость эффективности конвективной диффузии водорода в металле при различных концентрациях

растворенного в жидкой ванне кислорода. Монотонно возрастающая зависимость обусловлена наличием химической реакции $[O] + [C] = \{CO\}$, протекающей на поверхности пузырей аргона. Вхождение окиси углерода в эти пузыри приводит к дополнительному увеличению их объема, т. е. площади межфазной поверхности аргон – расплав. Последнее интенсифицирует диффузионный процесс, приводя к увеличению степени дегазации за время обработки металла в период его выпуска из плавильной печи в ковш[2].

Рисунок 2 и 3 отражают зависимость от интенсивности продувки безразмерных масс водорода и окиси углерода в единичном пузыре. Как следует из графиков, при повышении удельного секундного объемного расхода аргона Ω их величины уменьшаются. Это связано с тем, что увеличение интенсивности продувки влечет за собой возрастание скорости всплывания в жидкой ванне пузырей аргона, и они не успевают поглотить за время их всплытия в металле достаточное количество водорода и окиси углерода[3].

Результаты исследования.

Вместе с тем повышение интенсивности продувки ведет к увеличению количества пузырей аргона, формируемых в единицу времени на порах продувочного устройства, а следовательно, к увеличению площади поверхности аргон - расплав. Конкуренция этих двух факторов обуславливает наличие оптимальной интенсивности продувки [3]. Таким образом, снижение интенсивности продувки до уровня оптимума экономит аргон и ведет к энергоресурсосбережению.



1 – $[O] = 0,0045\%$; 2 – $[O] = 0,0040\%$; 3 – $[O] = 0,0035\%$ ($T_m = 1600\text{ }^\circ\text{C}$; $M = 220$ т; $[C] = 0,7\%$; $[S] = 0,02\%$)

Рисунок 1 – Зависимость эффективности конвективной диффузии водорода в жидкой стали при различной, концентрации $[O]$ от удельного секундного объемного расхода аргона в период выпуска металла из плавильной печи

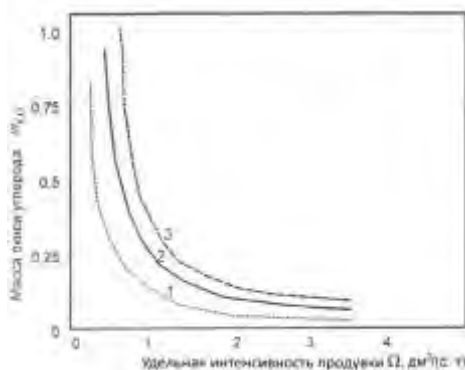
График на рисунке 2 свидетельствует о благоприятном воздействии кислорода на поступление водорода в пузыри аргона.

Повышение массы окиси углерода в пузыре при увеличении концентрации растворенного в жидкой ванне кислорода (на рисунке 3) имеет место для высокоуглеродистых сталей. В этом случае поступление кислорода на поверхность пузырей аргона для химической реакции образования окиси углерода является лимитирующим звеном массопереноса. Отсюда следует, что скорость поступления молекул этого газа в аргонную фазу и концентрация кислорода в расплаве находятся для высокоуглеродистых сталей в монотонно возрастающей связи.



1 – [O] = 0,0045%; 2 – [O] = 0,0040%; 3 – [O] = 0,0035% ($T_M = 1600\text{ }^\circ\text{C}$; $M = 220\text{ т}$; [C] = 0,7%; [S] = 0,02%)

Рисунок 2 – Зависимость \bar{m}_{H_2} от удельного секундного объемного расхода аргона при различной концентрации кислорода в расплаве



1 – [O] = 0,0035%; 2 – [O] = 0,004%; 3 – [O] = 0,0045% ($T_M = 1600\text{ }^\circ\text{C}$; $M = 220\text{ т}$; [C] = 0,7%; [S] = 0,02%)

Рисунок 3 – Зависимость \bar{m}_{CO} от удельного секундного объемного расхода аргона при различной концентрации кислорода в расплаве стали

$$(\bar{m}_{CO} = m_{CO}/m_{Ar})$$

Выводы. Как показало численное исследование конвективной диффузии водорода в расплаве стали в условиях ее обработки на выпуске из плавильной печи, ее эффективность (степень дегазации) существенно зависит от концен-

трации растворенного в металле кислорода. Соответствующая возрастающая зависимость обусловлена формированием на поверхности всплывающих в жидкой ванне пузырей аргона молекул окиси углерода, проникающих совместно с молекулами водорода внутрь пузырей, а следовательно, дополнительным увеличением площади поверхности контакта аргон – расплав и интенсивности диффузионного процесса.

Список литературы

1. Захаров Н.И., Тупилко И.В. Математическое моделирование конвективной диффузии в энергосберегающем режиме дегазации металла// Инженерно-физический журнал – 2019г. – 92 - №1 – с.269-272.
2. Явойский В.Н., Повх И.Л., Дорофеев Г.А. Теория продувки сталеплавильной ванны. — М: Металлургия – 1974 — 495 с.
3. Меджнбожский М.Я., Бакст В.Я., Шибанов В.И. Скорость движения газовых пузырей в металле при интенсивной ее продувке. / Тепло- и мас-сообменные процессы в металлургических системах. – М.:Металлургия, 2001. – С.78-85.

УДК 621.311.001.63-52(075.8)

ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ НЕВОЗГОРАЕМОСТИ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ

А.В. Коваленко, ассистент, hanna.super@mail.ru

В.А. Павлюков, к.т.н., доцент

С.Н. Ткаченко, к.т.н., доцент, зав. каф.

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк.
Кафедра «Электрические станции»*

Коваленко А.В., Павлюков В.А., Ткаченко С.Н. С использованием подсистемы САПР проведено обследование силовых кабелей системы собственных нужд одной из ТЭС и на его основе разработаны рекомендации по обеспечению невозгораемости силовых кабелей при КЗ для реконструируемых электростанций и мощных сетевых подстанций.

Ключевые слова: система собственных нужд, токи КЗ, тепловые электрические станции, силовые кабели, подсистема САПР, невозгораемость кабелей, разработка рекомендаций.

Kovalenko A.V., Pavlyukov V.A., Tkachenko S.N. Using the CAD-subsystem, a survey of the auxiliaries power cables of one of thermal power plants was carried out and on its basis recommendations were developed to ensure the fireproofness of power cables during short-circuit for reconstructed power plants and powerful network substations.

Keywords: auxiliaries, short circuit currents, thermal power plants, power cables, CAD-subsystem, fireproofness of power cables, development of recommendations.

Введение. Пик строительства тепловых электростанций (ТЭС) на постсоветском пространстве пришелся на 70-80е годы прошлого века. На данное время многое электротехническое оборудование морально устарело и исчерпало свой ресурс. В настоящее время энергетика Донбасса столкнулась с острой необходимостью реконструкции блоков ТЭС для повышения надежности и бесперебойности работы энергосистемы. Примерами реконструкции в системах электроснабжения собственных нужд (с.н.) могут служить: увеличение мощностей рабочих или резервных трансформаторов с.н., замены старых питательных насосов на новые с приводами от асинхронных электродвигателей (АЭД) большей единичной мощности, изменение схемы рабочего питания багерных насосов второго подъема от с.н. энергоблоков напряжением 6 кВ и др. Указанныеувеличения мощностейи изменения схем

питания приводят к увеличению уровней токов КЗ на секциях с.н. и их тепловых импульсов. Наиболее чувствительными к таким увеличениям параметров КЗ являются силовые кабели малых сечений (70 и 95 мм²).

Цель исследования. Определить условия безопасной эксплуатации силовых кабелей напряжением 6 кВ в условиях реконструкции оборудования систем с.н. энергоблоков.

Материал и методы. Реализацию проектов реконструкции целесообразно выполнять с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР), позволяющих быстро и точно производить многовариантные расчеты. Примером одной из таких САПР может служить разработка кафедры «Электрические станции» ДонНТУ для автоматизированного проектирования электрической части станций и подстанций [1], построенная на платформе графический редактор AutoCAD[®] компании Autodesk[®]. Первоначально она была предназначена для применения в учебном процессе. В результате расширения ее функциональных возможностей на текущий момент подсистема САПР может быть использована в промышленном проектировании, как новых электроустановок, так и реконструкции существующих.

Для обеспечения невозгораемости силовых кабелей в условиях КЗ необходимо знание величин токов КЗ и их тепловых импульсов на секциях с.н. 6 кВ энергоблоков ТЭС при их питании от рабочих и резервных трансформаторов. Расчеты режимов КЗ должны выполняться, как для существующих схем питания, так и для намечаемых вариантов их изменения, в том числе и изменения уставок устройств РЗА.

Для этого в рассматриваемой подсистеме САПР создаются расчетные электрические схемы ТЭС, включающие схемы выдачи мощности и системы с.н. напряжением 6 кВ. Пример такой схемы для одной из ТЭС приведен на рис.1.

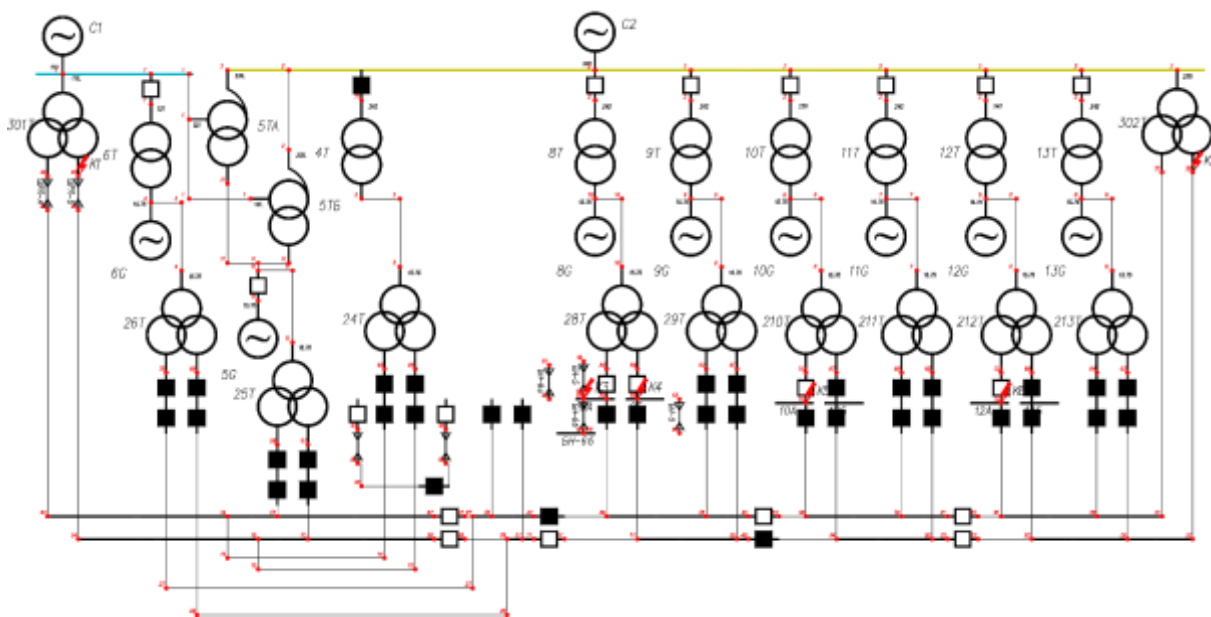


Рисунок 1 – Схема электрических соединений ТЭС с энергоблоками мощностью 200 МВт

Ввиду большого объема информации по оборудованию и токопроводам систем с.н. 6 кВ она частично размещается на листах файла электронной таблицы Excel информационного сопровождения проекта. В частности на них помещаются данные о выключателях и разъединителях, измерительных трансформаторах тока, синхронных и асинхронных электродвигателях системы с.н. По асинхронным двигателям (АД) на листе «ЭД» кроме их справочных данных размещаются параметры эквивалентных одноконтурных схем замещения, используемых в расчетах режимов пусков и самозапусков АД. Кроме того на листах рассматриваемого файла помещаются данные двигательных фидеров секций с.н. Пример такого листа для одной из секций приведен на рисунке 2. На нем указывается: станционное обозначение агрегата, ключевое слово связи со справочными данными АД, коэффициент загрузки агрегата и флажки его участия в расчетах самозапусков (пусков) АД и токов КЗ.

| | A | B | C | D | E |
|---|--------------|--------|-----|-----|-----|
| 1 | Oboznachenie | MM | Kz | 1/0 | 1/0 |
| 2 | КН 12А | KN | 0.8 | 1 | 1 |
| 3 | КН 12Б | KN | 0.8 | 0 | 0 |
| 4 | ПН 12А | PEN-5 | 0.8 | 1 | 1 |
| 5 | ВГД 12А | VGD | 0.8 | 1 | 1 |
| 6 | МВ 12А | MV | 0.8 | 1 | 1 |
| 7 | Мельница 12А | M-2.46 | 0.8 | 0 | 1 |
| 8 | ДС 12 А 2ск. | DS-2 | 0.8 | 1 | 1 |
| 9 | ДВ 12 А 2ск. | DV-2 | 0.8 | 1 | 1 |

Рисунок 2 – Пример размещения данных агрегатов с.н. на секции 6 кВ

Кроме того, для расчетов тепловых импульсов токов КЗ требуются величины уставок по времени максимальных токовых защит (МТЗ) вводов рабочего и резервного питания секций с.н. энергоблоков, являющиеся согласно [2] резервными для всех фидеров секций с.н. 6 кВ. Особое значение следует уделять секциям, к которым подключаются удаленные сборки и которые в связи с этим имеют завышенные значения уставок по времени резервных МТЗ. К таким сборкам относятся: багерные насосные второго подъема, береговые насосные станции и др. Завышение значения уставок приводит к недопустимо большим температурам нагрева силовых кабелей сечением 70 и 95 мм².

Напомним, что допустимое значение температуры нагрева кабелей с алюминиевыми жилами и бумажной пропитанной изоляцией после КЗ при работе основной небыстродействующей защиты согласно ГОСТ Р 52736-2007 равно 200°С, а допустимое значение температуры нагрева этих же кабелей после КЗ и работе резервной защиты согласно противоаварийному циркуляру № Ц-02-98 равно 300°С [3].

Результаты исследования. Для реконструируемых ТЭС рекомендуются исследовать следующие расчетные режима: для существующей схемы и состава ее оборудования, после рекомендованного уменьшения ступени селективности с 0,5 до 0,3 с., после рекомендованной замены малообъемных масляных выключателей на вакуумные, после изменения схемы рабочего или резервного питания удаленных сборок и др.

С помощью подсистемы САПР для одной из эксплуатируемых ТЭС была выполнена проверка силовых кабелей и разработаны рекомендации по обеспечению их невозгораемости. В качестве примера для системы с.н. этой ТЭС на рисунке 3 приведены машинные результаты проверки силовых кабелей одной из секций с.н. 6 кВ.

| Проверка силового кабеля Un=6кВ марки АШВ-3 х 95, секция 8А, 5БТЭС | | | | |
|--|-------------|-----------------|--------------------|----------------------------------|
| Величина | Размерность | Исходные данные | Расчетные значения | Каталожные (допустимые) значения |
| Номинальный ток | А | 50 | | |
| Температура жилы до КЗ | град С | | 29,8 | |
| Время отключения КЗ основной защитой | сек | 0,17 | | |
| Тепловой импульс (термическая стойкость) | кА * мА * с | | 63,8 | |
| Температура жилы после КЗ | град С | | 111,1 | 200 |
| Время отключения КЗ резервной защитой | сек | 0,82 | | |
| Тепловой импульс (по невозгоранию) | кА * мА * с | | 228,4 | |
| Температура жилы после КЗ | град С | | 590,6 | 200 – 300 |

Рисунок 3 – Пример машинной таблицы проверки силового кабеля

Выводы. Для обеспечения невозгораемости силовых кабелей следует руководствоваться следующим.

1. Проводить детальные многовариантные расчеты токов КЗ и проверки на их основе силовых кабелей, используя при этом подсистемы САПР.
2. Согласно рекомендаций противоаварийному циркуляру № Ц-11-84 (Э) и [4] уменьшать уставки по времени резервных защит вводов рабочего и резервного питания с 0,5 до 0,3 с.
3. Выполнять замену малообъемных масляных выключателей с отключающей способностью 20 кА и большими временами отключения на вакуумные выключатели.
4. При наличии на секциях с.н. удаленных сборок согласно противоаварийному циркуляру № Ц-11-84 (Э) вводить блокировки отключения резервных защит вводов рабочего и резервного питания.
5. На всех секциях с.н. энергоблоков в случаях нагрева силовых кабелей с алюминиевыми жилами и бумажной пропитанной изоляцией сечением 70 мм² (95 мм²) выше 300 °С выполнять их замену на кабели больших сечений.

Список литературы

1. Павлюков В.А. Учебная САПР электрической части станций и подстанций : учеб.пособие / В. А. Павлюков, С. Н. Ткаченко, А. В. Коваленко. - Харьков : ФЛП Панов А. Н., 2016. - 124 с.
2. Циркуляр № Ц-11-84 (Э) 1984 г. О повышении устойчивости работы собственных нужд 6 и 0,4 кВ ТЭС и АЭС. Министерство энергетики и электрофикации СССР. Главное техническое управление по эксплуатации энергосистем.2
3. Циркуляр № Ц-02-98 (Э) от 16 марта 1998 г. О проверке кабелей на возгорание при воздействии тока короткого замыкания. РАО энергетики и электрификации «ЕЭС РОССИИ».
4. Зильберман В.А. Релейная защита сети собственных нужд атомных электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 128 с. (Библиотека электромонтера, Вып. 642).

УДК 621.311

МОДЕЛИРОВАНИЕ МИКРОГРИД-СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ И НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

С.Н. Ткаченко, к.т.н., доцент, tsn1981@mail.ru

Е.Е. Коротченко, студент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк.
Кафедра «Электрические станции»

Ткаченко С.Н., Коротченко Е.Е. Статья посвящена вопросам устройства и функционирования интеллектуальной энергосистемы концепции микрогрид с возобновляемыми источниками энергии и водородными топливными элементами в качестве накопителей энергии. Для данного исследования была разработана математическая модель в среде Simulink программного комплекса MathWorks® MATLAB™, которая позволила произвести анализ режимов работы микрогрид-системы и оценить ее способность обеспечить бесперебойное питание ответственных потребителей.

Ключевые слова: микрогрид-система, возобновляемые источники энергии, водородные топливные элементы, водородные накопители энергии.

Tkachenko S.N., Korytchenkova E.E. The article is devoted to the problems of the device, functioning of the intelligent power system of the concept of microgrid with renewable energy sources and hydrogen fuel cells as energy storage. For this study, a mathematical model was developed in the Simulink environment of the MathWorks® MATLAB™ software complex, which allowed to analyze the modes of operation of the microgrid and assess the effectiveness of its application.

Keywords: microgrid, renewable energy sources, fuel cells, hydrogen energy storage.

Введение. На современном этапе развития электроэнергетики в мире наблюдается тенденция внедрения возобновляемых источников энергии (ВИЭ). С целью облегчения управления электроэнергетическими системами (ЭЭС) с большой долей ВИЭ разработана концепция интеллектуальной ЭЭС Smart grid с принципами децентрализации, использования виртуальных электростанций и микрогрид-систем [1-4]. Вопросам анализа нормальных, аномальных и аварийных режимов микрогрид-систем с ВИЭ посвящены работы [2-5]. Однако в вышеуказанных работах в недостаточной степени рассмотрены системы, использующие водородные топливные элементы (ВТЭ) в качестве накопителей

энергии. Поэтому детальный анализ режимов микрогрид-систем с ВИЭ и ВТЭ является актуальной проблемой.

Цель исследования. Установить способность моделируемых мощностей возобновляемых источников энергии и водородных накопителей энергии обеспечить бесперебойное питание ответственных потребителей микрогрид-системы.

Материал и методы. Особенностью микрогрид является возможность работать как автономно, так и будучи подключенной к электроэнергетической системе в качестве самостоятельной единицы. Условно можно выделить несколько подвидов микрогрид: 1) микрогрид с водородными топливными элементами, ВИЭ и дизель-генераторной установкой; 2) микрогрид с ВТЭ и возобновляемыми источниками энергии одного типа или нескольких (например, ВЭУ, ФЭМ и др.); 3) микрогрид с ВИЭ и с системами аккумулирования энергии других типов (аккумуляторы, суперконденсаторы, супермаховики и др.); 4) микрогрид с ВИЭ и дизель-генераторными установками.

В данной работе рассматривается второй тип микрогрид-системы с ВТЭ и ВИЭ. Ввиду стохастического характера выработки энергии возобновляемыми источниками их количество в энергосистеме не может быть бесконечным. Для того, чтобы стабилизировать работу такой системы и сделать возможным более эффективную интеграцию ВИЭ, целесообразно включить в неё накопители энергии, которые смогут поддерживать баланс мощностей и снизить потери при передаче энергии. Стоит, однако, отметить, что накопителями энергии служат не сами топливные элементы, а водород, производимый при наличии избыточной электроэнергии.

В качестве примера рассмотрим микрогрид-систему, удалённую от мощных узлов генерации ЭЭС, которая включает в себя фотоэлектрическую установку (ФЭУ) мощностью 100 кВт, группу ВТЭ, систему получения водорода (электролизная установка), узел статической нагрузки (освещение, система питания устройств автоматики, релейной защиты и управления), три асинхронных двигателя (АД) с короткозамкнутым ротором (КЗР) мощностью по 50 кВт. Рабочее напряжение микрогрид-системы – 0,4 кВ. Связь с ЭЭС обеспечивается с помощью силового трансформатора (10/0,4 кВ) и одной воздушной ЛЭП напряжением 10 кВ. Схема главных электрических соединений вышеописанной микрогрид представлена на рисунке 1. Примем, что рассматриваемая система предназначена для бесперебойного питания ответственных потребителей, представленных тремя двигателями.

Примером подобной микрогрид может служить стратегически важная насосная станция (основная или промежуточная) системы водоснабжения, расположенная где-нибудь в горах, степной или пустынной местности, удаленная от энергосистемы и крупных жилых и промышленных объектов. Интеллектуальная система управления или виртуальная станция (ВрЭС)

микрогрид-системы настраивается таким образом, что в режимах избытка электроэнергии, производимой ФЭУ, будет запускаться система производства водорода (СПВ), тем самым пополняя его запасы.

Результаты исследования. С помощью математических блоков и других элементов силовой электроники, представленных в библиотеке Simulink программного комплекса MathWorks® MATLAB™, была разработана модель микрогрид со всеми основными компонентами по схеме рисунка 1. В дальнейшем планируется дополнить рассматриваемую микрогрид ветровой энергетической установкой (ВЭУ) на базе асинхронного генератора двойного питания (АГДП), а также использовать энергоменеджмент и поиск точки максимальной мощности ВТЭ и ФЭУ для оптимизации работы системы.

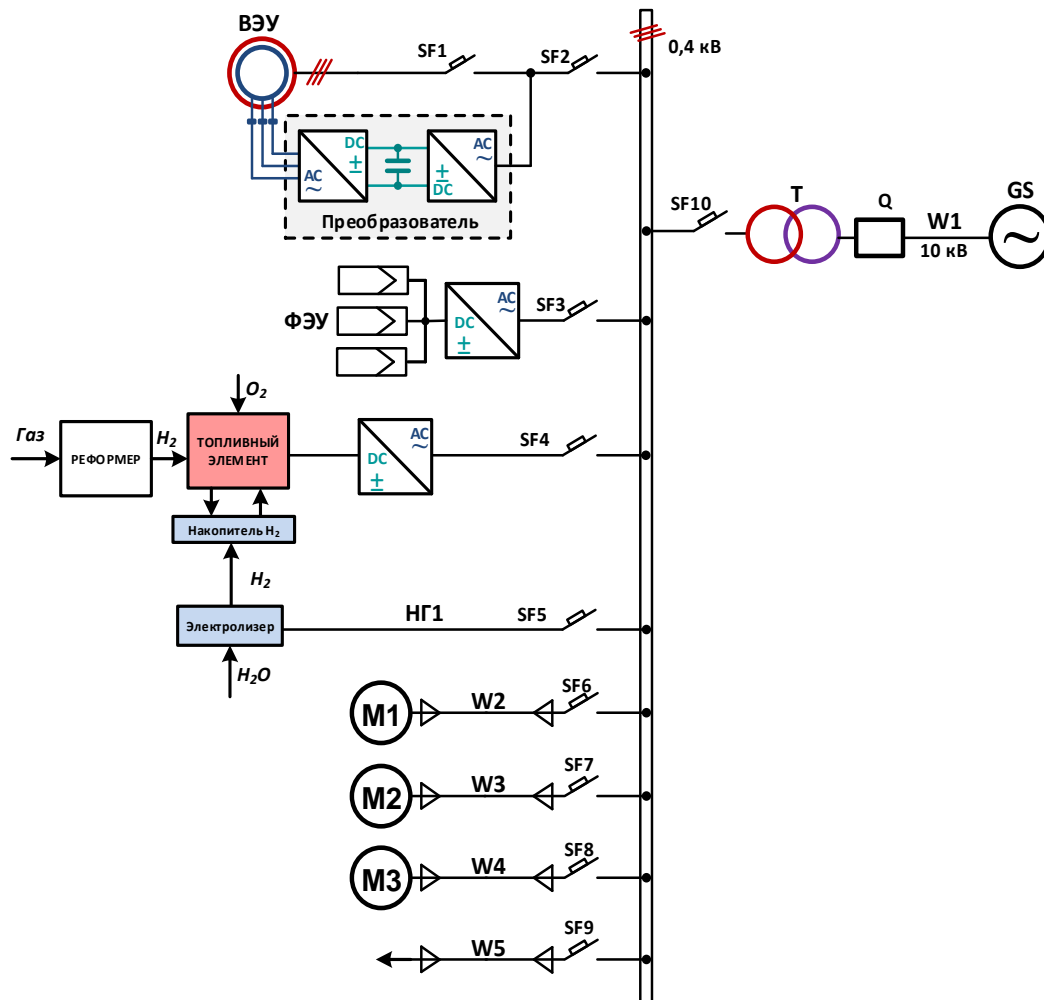


Рисунок 1 – Схема главных электрических соединений микрогрид-системы с ВИЭ и ВТЭ

С помощью созданной модели микрогрид были промоделированы различные режимы работы системы, такие как: 1) работа при питании от ЭЭС в ночном режиме, когда нет генерации от ВИЭ и не включены ВТЭ; 2) КЗ в энергосистеме и 3) автономная работа.

Рассмотрим один из режимов работы, при котором питание от энергосистемы длится 0,5 с и затем прекращается, в момент времени 1 с

происходит КЗ и длится 0,1 с, после чего успешно ликвидируется. Запас водорода постепенно сокращается, что приводит к отключению одного из топливных элементов в момент времени 1,3 с, а в момент времени 1,8 с возобновляется питание от энергосистемы.

Из рисунка 2 видно, что в вышеуказанном режиме нормальную работу двигателей обеспечить нельзя.

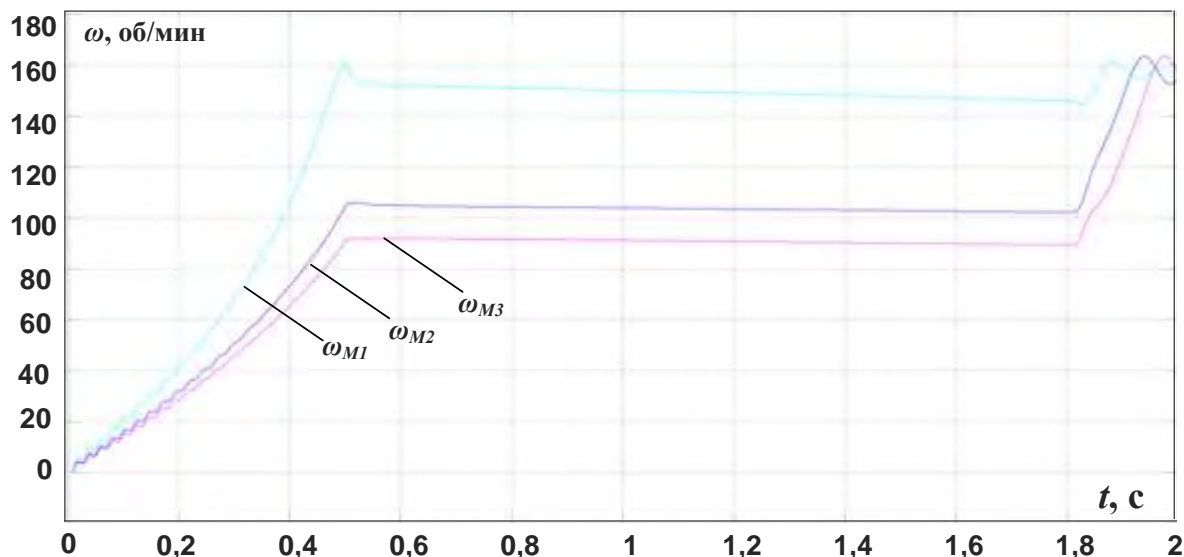


Рисунок 2 – Зависимость частоты вращения асинхронных двигателей от времени в режиме перебоев питания от ЭЭС

Выводы. Из проведенного анализа режимов работы микрогрид-системы следует, что моделируемых мощностей солнечной энергоустановки и топливных элементов недостаточно для покрытия нужд потребителей при долгосрочном перебое питания от энергосистемы, однако этой мощности достаточно при краткосрочных перебоях (несколько часов). При этом мощности фотоэлектрической установки достаточно, чтобы питать электролизную установку.

Одним из вариантов повышения надежности питания потребителей от ВИЭ является увеличение объемов водородного хранилища, а также использование повышающих преобразователей напряжения, или же увеличение количества фотоэлектрических модулей и топливных элементов.

Список литературы

1. Стычинский З.А. Возобновляемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика / З.А. Стычинский, Н.И. Воропай – Magdeburg: Издательство Магдебургского университета имени Отто-фон-Герике (Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg). Docupoint GmbH, 2010.– 209 с.

2. Buchholz B.M. Smart Grids – Fundamentals and Technologies in Electricity Networks / Bernd M. Buchholz, Zbigniew Styczynski // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014. –396 p.

3. Zhiwen M. Fuel Cell Backup Power System for Grid Service and Micro-Grid in Telecommunication Applications / Zhiwen Ma, Josh Eichman, Jennifer Kurtz // The National Renewable Energy Laboratory (NREL)-2018. – P.1–9.

4. Ткаченко С.Н. Энергосистема будущего. Концепция Smart grid. Специфика реализации на Украине / С.Н. Ткаченко – Журнал «Електротехніка та електроенергетика». – Випуск 1. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – С. 75 – 82.

5. Полякова Т.В. Состояние и перспективы водородной энергетики в России и мире [Аналитическая записка] / Т.В. Полякова – Центр глобальных проблем ИМИ. 2015. – 37 с.

УДК 622.867:[622.411.3:543.27.05]

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ШАХТНОЙ СРЕДЫ В ИЗОЛИРОВАННЫХ ПОЖАРНЫХ УЧАСТКАХ ПРИ ВЕДЕНИИ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Е.В. Курбацкий, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и аэрологии¹

А.В. Агарков, аспирант, инженер 1 категории научно-исследовательского отдела аварийно-спасательных технологий²

¹ Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Донецкая Народная Республика

² Государственный научно-исследовательский институт горноспасательного дела, пожарной безопасности и гражданской защиты «Респиратор», г. Донецк, Донецкая Народная Республика

Курбацкий Е.В., Агарков А.В. Выполнен анализ недостатков способа дистанционного контроля шахтной среды при ведении аварийно-спасательных работ, применяемого горноспасательной службой. Выявлены недостатки, сказывающиеся на снижении и отсутствии достоверности газового контроля аварийных участков дистанционным способом. Представлены перспективные направления исследований по совершенствованию способа дистанционного контроля шахтной среды путем отбора и анализа проб шахтного воздуха с целью повышения достоверности газового контроля изолированных пожарных участков. Предложена пневматическая схема усовершенствованного способа дистанционного отбора проб шахтного воздуха в изолированном пожарном участке.

Ключевые слова: горноспасательная служба, аварийный участок, шахтная среда.

Kurbatsky E.V., Agarkov A.V. The analysis of the shortcomings of the method for remote monitoring of the mine environment in the conduct of rescue operations used by the units of the mine-rescue service is carried out. Deficiencies have been identified that affect the reduction and lack of reliability of gas monitoring of emergency sections by remote means. Promising areas of research on improving the method of remote monitoring of mine environment by sampling and analyzing mine air samples with the aim of increasing the reliability of gas monitoring of isolated fire sites are presented. A pneumatic diagram of an improved method for remote sampling of mine air in an isolated fire section is proposed.

Keywords: mine-rescue service, emergency site, mine environment.

Введение. Стратегическое развитие народного хозяйства многих горнодобывающих стран и государств на период до 2030 года предусматривает развитие угольной промышленности, как одной из ключевых отраслей, обеспечивающих нас энергоносителями и сырьем для металлургической, коксохимической и других отраслей промышленности [1]. Однако одним из значительных препятствий на пути к достижению высоких показателей угледобычи являются подземные пожары, которые сопровождаются многочисленными жертвами и приводят к потере или задержке добычи подготовленных к выемке запасов угля, принося тем самым огромные убытки.

Из числа аварий на шахтах Донбасса, пожары занимают наибольший удельный вес, при этом доля этого вида аварий в процентном соотношении занимает лидирующую позицию с показателем – 45 %. Согласно динамике распределения подземных пожаров по способам их тушения за период с 2007 по 2018 гг. (рис. 1), горноспасательной службой было ликвидировано 119 пожаров в шахтах, при этом 78 из них (65,5 %) было потушено активным способом, а 41 (34,5 %) – пассивным и комбинированным способами.

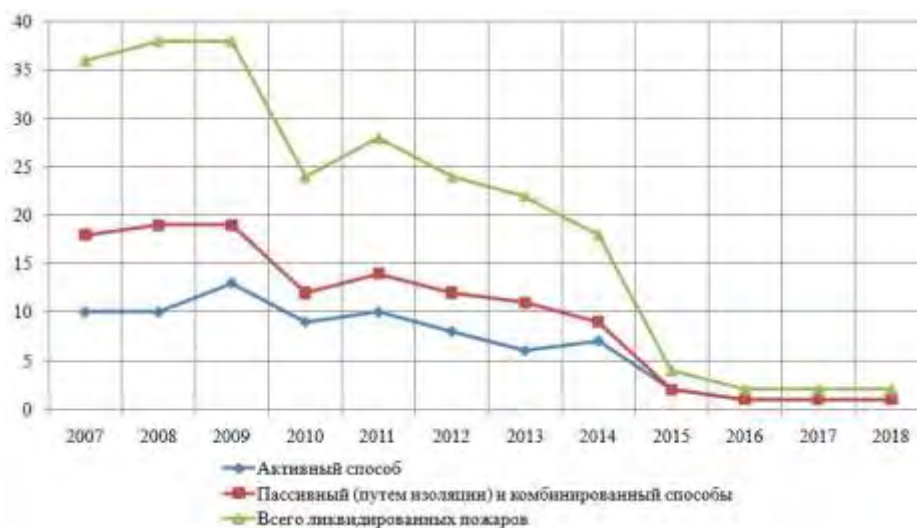


Рис. 1 – Динамика распределения подземных пожаров по способам их тушения за период с 2007 по 2018 гг.

При ликвидации пожаров в шахтах горноспасательной службой применяется способ дистанционного контроля шахтной среды (далее – ДКШС) с целью получения данных о газовой обстановке (содержании горючих и взрывоопасных газов) в аварийных участках. Данный способ позволяет следить за течением аварии (развитием пожара и его затуханием), согласно отобраным и проанализированным пробам шахтного воздуха.

Однако, на основании проведенных исследований [2], установлено, что недостатком существующего способа ДКШС является невысокая достоверность отобранных проб, так как в практике ликвидации пожаров имеют место случаи взрывов газоздушных смесей, в то время как по результатам анализа отобранных проб шахтного воздуха газоздушная смесь была не взрывчатой, а

также обратная ситуация, когда по результатам ДКШС в аварийном участке наблюдалась взрывоопасная ситуация, а взрывов не было.

В работе [3] выполнен анализ недостатков ДКШС, среди которых следует отметить:

– отсутствие возможности оперативного контроля газовой обстановки аварийного участка с короткими интервалами времени при анализе отобранных проб воздуха в специализированных газоаналитических лабораториях;

– вероятность получения недостоверных проб воздуха из аварийного участка, в виду нарушений герметичности на стыках пробоотборного трубопровода, повреждения его при транспортировке и прокладке, а также в результате взрывов или обрушений;

– погрешность газового анализа проб воздуха в виду их точечного отбора с помощью пробоотборного трубопровода, закрепляемого на уровне 2/3 высоты выработки от почвы;

– влияние конденсации и скапливания влаги в результате провисаний пробоотборных трубопроводов, что создает дополнительное сопротивление работе побудителю расхода (установке эжекторной УЭ-1М, вакуум-наосу ВН-461М или аспиратору эжекторному типа АЭРА) и приводит к снижению эффективности работы пробоотборной системы в целом.

Таким образом, совершенствование способа ДКШС является актуальной научно-технической задачей.

Цель исследования. *Цель исследования* заключается в поиске перспективных направлений по совершенствованию способа ДКШС и в разработке его пневматической схемы.

Материал и методы исследования. Материалом исследования являются научные работы о технологии контроля шахтной среды. Используются аналитический методом исследования и метод построения пневматических схем.

Результаты исследования. На основании проведенных исследований установлено, что для максимального сокращения времени с момента отбора пробы воздуха до момента получения результатов ее газового анализа, с целью оперативного контроля газовой обстановки в относительно сжатые сроки, пробы шахтного воздуха должны отбираться и анализироваться в условиях шахты на безопасном расстоянии от аварийного участка с помощью хроматографов портативных горноспасательных или с помощью переносных портативных газоанализаторов (ШИ-11, ШИ-12, М-02, МХ-2100 и пр.).

С целью исключения притечек свежего воздуха вследствие нарушения герметичности на стыках пробоотборного трубопровода, требуется тщательная проверка герметичности трубопроводов согласно методике [4], а также качественная их прокладка и стыковка с помощью соединительных муфт.

Поскольку пожарные газы скапливаются как у кровли выработки (метан), так и у почвы (углекислый газ), в результате образования слоевых и местных скоплений, пробы воздуха, отобранные только в средней части сечения выработки, будут иметь усредненное значение в результате их газового анализа, и не будут гарантировать достоверный газовый анализ аварийного участка. Поэтому

решение вопроса ДКШС по сечению горной выработки аварийного участка возможно путем разработки пробозаборного приспособления, состоящего из трех и более ответвленных линий пробозаборных трубопроводов и обеспечивающего отбор проб воздуха в трех и более точках поперечного сечения горной выработки.

С целью устранения негативного влияния конденсата на циркуляцию в системе пробозаборных трубопроводов, а также для повышения эффективности работы пробозаборной системы, необходима разработка влагоотделителей и конденсатосборников, устанавливаемых между секциями трубопровода, по мере необходимости, в местах значительного перепада температур.

На рис. 2 представлена пневматическая схема усовершенствованного способа ДКШС в изолированном пожарном участке (на примере установки эжекторной УЭ-1М).

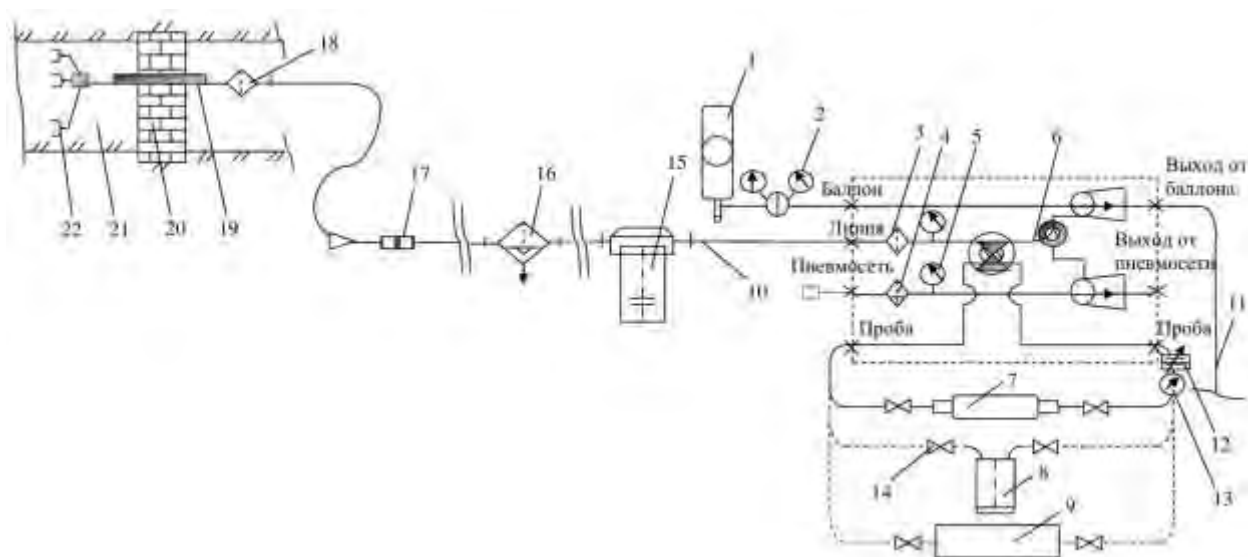


Рис. 2 – Пневматическая схема усовершенствованного способа ДКШС в изолированном пожарном участке (на примере установки эжекторной УЭ-1М)

- 1 – баллон со сжатым воздухом; 2 – вакуумметр; 3 – фильтр тонкой очистки; 4 – фильтр очистки, совмещенный со сборником конденсата; 5 – манометр; 6 – кран выбора питания;*
- 7 – сосуд для набора проб воздуха; 8 – буферный резервуар для набора проб воздуха в латексную камеру; 9 – хроматограф портативный горноспасательный;*
- 10 – пробозаборный трубопровод; 11 – отводной трубопровод для сброса воздуха;*
- 12 – дроссель; 13 – ротаметр; 14 – запорный механизм; 15 – влагоотделитель;*
- 16 – конденсатосборник; 17 – соединительная муфта; 18 – фильтр от пыли и механических примесей; 19 – пробозаборный трубопровод; 20 – изолирующее сооружение;*
- 21 – изолированное пространство аварийного участка; 22 – пробозаборное приспособление*

Выводы. Таким образом, предложенные решения по совершенствованию способа ДКШС позволят повысить эффективность и безопасность ведения горноспасательных работ в шахтах.

Список литературы

1. Dr. Klaus Brendow. World coal perspectives to 2030 (World Energy Council, Geneva/London) : [website]. – URL: [https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB Sustainable Global Energy Development The Case for_Coal_2004_Exec summary WEC.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Sustainable_Global_Energy_Development_The_Case_for_Coal_2004_Exec_summary_WEC.pdf) (date of the application: 07.11.2019). – Text. Image : electronic.
2. Agarkov, A. Analysis of the emergency at the mining enterprises and evaluation of the method of remote selection of samples of mine air when conducting mine-rescue work / A. Agarkov // Научный журнал «Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования» № 2(3). – Донецк: ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР. – 2019. – С. 10–20.
3. Мамаев, В. В. Способы и технические средства дистанционного контроля шахтной среды при ведении аварийно-спасательных работ / В. В. Мамаев, А. В. Агарков // Научный журнал «Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования» № 3(4). – Донецк: ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР. – 2019 (принята редакционной коллегией к публикации 14.10.2019).
4. Методические рекомендации по отбору проб рудничного воздуха дистанционным способом : [утверждены начальником ВГСЧ Донбасса 30.05.1990]. – Донецк : ВНИИГД, 1990. – 22 с.

УДК 338.439.021.1

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

И. В. Ларин, студент

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

Ларин И.В. Аннотация: определены и проанализированы основные критерии продовольственной безопасности в Донецкой Народной Республике, на основе эмпирических и нормативных данных, рекомендованы направления повышения уровня продовольственной безопасности.

Ключевые слова: продовольственная безопасность государства, обеспеченность продуктами питания, экономическая доступность.

Larin I.V. Annotation: the main criteria of food security in the Donetsk People's Republic are identified and analyzed, based on empirical and regulatory data, conclusions are made regarding improving food security.

Keywords: state food security, food security, economic affordability.

Повышение уровня продовольственной безопасности страны-важнейшая стратегическая цель социально-экономического развития Донецкой Народной Республики. Ее достижение, в первую очередь, связано эффективным функционированием агропромышленного комплекса в частности, а именно:

- производством отечественными предприятиями продукции в объеме, достаточном для удовлетворения нужд всех потребителей на внутреннем рынке сельскохозяйственной продукции (с перспективой на экспорт);
- производством экономически доступной продукции;
- постоянным повышением качества и безопасности продукции для населения.

В Донецкой Народной Республике проблема обеспечения продовольственной безопасности обострилась в связи со сложившейся военной и экономической ситуацией. В соответствии с данными Института экономических исследований [1], до 2014 года объемов производства основных продуктов питания (зерна, мяса, молока, овощей, фруктов и др.) на территории Донецкой области было достаточно для обеспечения полной продовольственной безопасности региона. Однако с началом военных действий регион столкнулся с большими трудностями в поставке населению продовольственных товаров, а также резким снижением покупательной способности граждан.

Учитывая вышеизложенное, целью данной работы является оценка состояния продовольственной безопасности Республики и направлений ее

повышения. Метод исследования базируется на оценке факторов, влияющих на продовольственную безопасность в Донецкой Народной Республике. В процессе исследования применялись методология факторного анализа, диалектический, аналитический и логический методы.

Уровень обеспеченности населения продуктами питания, произведенных на внутреннем рынке, определяется сравнением нормативных показателей потребления с объемом производства продуктов питания за определенный период времени.

В 2015 году Советом Министров Донецкой Народной Республики [2] был определен минимальный набор продуктов питания для основных социально-демографических групп населения путем утверждения качественного и количественного состава потребительской корзины.

Принимая во внимание нормы потребления продуктов питания, численность населения в 2018 году [3] и объемы производства предприятиями Республики [4], можно сделать вывод о продовольственной зависимости государства от импорта (таблица 1).

Таблица 1 – обеспеченность продовольствием населения Республики в 2018 году

| Группа продуктов | Рациональные нормы потребления пищевых продуктов, кг в год/чел | Необходимые объемы продовольствия на общую численность населения, тыс. т | Объем производства, тыс. т | Уровень обеспеченности продуктами питания, % |
|-------------------------------------|--|--|----------------------------|--|
| Зерновые культуры | 100,6 | 220,30 | 261,3 | 118,6 |
| Картофель | 89,5 | 206,53 | 24,92 | 12,1 |
| Овощи и бахчевые | 108,4 | 321,27 | 13,33 | 4,0 |
| Фрукты свежие | 74,4 | 229,48 | 0,13 | 0,1 |
| Сахар | 22,3 | 55,07 | - | - |
| Мясопродукты | 52,2 | 167,52 | 27,18 | 16,2 |
| Рыбопродукты | 17,7 | 50,48 | 0,8 | 1,5 |
| Молоко и молокопродукты | 302,8 | 745,79 | 15,5 | 2,1 |
| Яйца куриные (штук) | 204 | 596 635 260 | 201 000 000 | 33,7 |
| Прочие продукты (соль, чай, специи) | 4,2 | 9,6 | - | - |

Индекс потребительских цен на продукты питания и безалкогольные напитки в 2016 г. составлял 101,3%. в 2017 г. - 101%, в 2018 г. - 103% [5]. Данный показатель, в среднем, вырос на 1,8% за 2016-2018 гг., индекс реальной заработной платы - на 16,2%. а реальных пенсионных выплат - на 4%. Рост индекса потребительских цен не превышает роста доходов, что свидетельствует о позитивных тенденциях в уровне жизни.

Однако, размер минимальных выплат (прожиточного минимума на детей в возрасте от 6 до 18 лет, заработной платы и пенсионных выплат) не покрывает стоимость продуктовой корзины для соответствующих возрастных групп (таблица 2), размер средней стипендии также не покрывает стоимость продуктовой корзины для соответствующей возрастной группы.

Так, прожиточный минимум на детей в возрасте от 6 до 18 лет не покрывает продуктовую корзину на 1 662 руб., минимальные пенсионные выплаты – на 168 руб., минимальная заработная плата - на 1 537 руб. что говорит об экономической недоступности продуктов питания населению.

Таблица 2 – Продуктовая корзина согласно физиологическим нормам в ДНР на месяц для обеспечения продовольственной безопасности [2]

| Группа продуктов | Объем потребления (в среднем на 1 чел. в мес.) | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------|------------|-------|-----------------|-------|
| | Трудоспособное население | | Пенсионеры | | Дети (6-18 лет) | |
| | кг (шт.) | руб. | кг (шт.) | руб. | кг (шт.) | руб. |
| Хлебные продукты | 10,5 | 185 | 8,2 | 147 | 6,4 | 113 |
| Картофель | 8,4 | 157 | 6,7 | 125 | 7,3 | 137 |
| Овощи и бахчевые | 9,6 | 268 | 8,2 | 224 | 9,4 | 263 |
| Фрукты свежие | 5 | 185 | 3,8 | 139 | 9,8 | 364 |
| Сахар | 2 | 67 | 1,8 | 60 | 1,8 | 60 |
| Мясопродукты | 4,9 | 853 | 4,5 | 786 | 3,7 | 640 |
| Рыбопродукты | 1.5 | 173 | 1,3 | 149 | 1,6 | 174 |
| Молоко и молокопродукты | 24,2 | 1 949 | 16,7 | 1 235 | 30,1 | 2 424 |
| Яйца | 17 | 71 | 17 | 68 | 17 | 68 |
| Масло растительное | 0.9 | 101 | 0.8 | 92 | 0,4 | 46 |
| Прочие продукты (соль, чай, специи) | 0.4 | 43 | 0,4 | 43 | 0,3 | 32 |
| Всего | - | 4 051 | - | 3 072 | - | 4 234 |

Принимая во внимание вышеизложенное, можно сделать заключение о том, что основная задача продовольственной безопасности не решена, так как население не обеспечено экономической доступностью продуктов питания, кроме того, Республика имеет высокую зависимость от импорта, что представляет угрозу продовольственной безопасности.

На основе исследований предложены мероприятия, направленные на повышение уровня продовольственной безопасности государства:

- совершенствование методов селекции, повышение селекционно-генетического потенциала, обеспечение устойчивости рынков, снижения рисков в производстве сельскохозяйственной продукции;
- создание финансово-кредитных институтов, повышение уровня технической оснащенности производства, повышение престижности труда и уровня обеспечения квалифицированными трудовыми ресурсами;
- развитие межотраслевой кооперации мелких сельхозпроизводителей в сфере переработки и реализации продукции, материально-технического снабжения;
- налаживание связей с РФ в сферах производства техники, удобрений, подготовки и переподготовки специалистов, научных исследований;
- налаживание связей с предприятиями ЛНР в сфере производства и обслуживания сельскохозяйственной техники, подготовки и повышения квалификаций кадров.

Таким образом, в рамках данной работы были определены и проанализированы основные тенденции в сфере продовольственной безопасности в Донецкой Народной Республике. На основе эмпирических и нормативных данных, даны заключения относительно повышения уровня продовольственной безопасности.

Выявленные приоритетные направления обеспечения продовольственной безопасности ДНР позволят повысить качество жизни и снизить социальную напряженность в обществе путем покрытия потребности населения продуктами питания в соответствии с утвержденным количественным и качественным составом потребительской корзины.

Список литературы

1. Экономика Донецкой Народной Республики: состояние, проблемы, пути решения: научный доклад, А.В. Половян, Р.Н. Лепа, Донецк, 2017
2. Постановление Совета Министров Донецкой Народной Республики «Об утверждении состава потребительской корзины на территории Донецкой Народной Республики» №10-40 от 03.06.2015 [Электронный ресурс] / Официальный сайт Правительства ДНР. – URL: <http://smdnr.ru/wp-content/uploads/2016/06/10-40.pdf>
3. Численность населения Донецкой Народной Республики на 1 декабря 2018 года [Электронный ресурс] / Официальный сайт Главного управления статистики Донецкой Народной Республики. – URL: <http://glavstat.govdnr.ru/news/index.php>
4. Доклад Министра агропромышленной политики и продовольствия Артема Крамаренко перед парламентом по итогам работы Министерства в 2018 г. [Электронный ресурс] / Официальный сайт Народного Совета ДНР. – URL: <https://dnrsovet.su/doklad-artema-kramarenko-ob-itogah-raboty-ministerstva-agropromyshlennoj-politiki-i-prodovolstvviya-za-2018-god/>
5. Индексы потребительских цен [Электронный ресурс] / Официальный сайт Главного управления статистики Донецкой Народной Республики. – URL: <http://glavstat.govdnr.ru/news/index.php>

УДК 621.311

ПРИМЕНЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ПОПЕРЕЧНОЙ КОМПЕНСАЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

И.И. Ларина, к.т.н. доц.;
В.С. Ожегов, магистрант

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР

Ларина И.И., Ожегов В.С. Анализируется возможность использования статических методов оценки экономической эффективности дополнительных инвестиций в энергетике при рыночных отношениях при поперечной компенсации реактивной мощности.

Ключевые слова: экономическая эффективность, потери мощности, поперечная компенсация, экономические критерии.

Larina I.I., Ozhegov V.S. Possibility of static methods use of estimation of economic efficiency of additional capital investments is analysed in the power engineering at market relations at reactive power transversal compensation.

Key words: economic efficiency, power losses, transversal compensation, economic criterion.

Задачи оптимального планирования развития энергетики зависят от множества переменных и имеют значительное количество вариантов решения. Для получения оптимального решения задачи требуется использование специальных методов, которые способствуют нахождению решения кратчайшим путем.

В условиях плановой экономики в отрасли применялся общий и универсальный экономический критерий – критерий минимума приведенных затрат.

При рыночных условиях предлагаются новые критерии экономической оценки целесообразности вложения инвестиций, например, критерий изменения текущей стоимости ΔNPV . В тоже время существует мнение, что обоснование инвестиций, необходимых для проведения мероприятия, можно выполнять по критерию общественной (социально-экономической) эффективности, так как они обеспечиваются за счет всех потребителей (плата за электроэнергию). Таким образом, можно использовать те же критерии, что и при плановой экономике – дисконтированные приведенные затраты или срок окупаемости.

Одним из мероприятий по повышению качества электроэнергии является повышение коэффициента мощности электроустановок за счет поперечной компенсации реактивной мощности. При этом наиболее используемыми и экономичными источниками реактивной мощности остаются конденсаторные батареи (КУ). Однако при современном непропорциональном росте стоимости

электротехнического оборудования их использование может быть убыточным для электропотребителей.

В работе выполнена оценка целесообразности установки КУ в сети потребителей по четырем критериям - минимума приведенных затрат $Z_{пр}$ (1), достаточно малого срока окупаемости T (2), достаточно большого коэффициента эффективности инвестиций E (3) и ΔNPV (4). Первый критерий является более гибким, так как позволяет сравнивать любое количество вариантов. Остальные три критерия позволяют сравнивать варианты попарно.

Дополнительные инвестиции целесообразны, если:

- по критерию 1 приведенные затраты в варианте с КУ оказываются меньше, чем до установки КУ;
- по критерию 2 срок окупаемости дополнительных инвестиций оказывается меньше нормативного срока окупаемости ($T < T_H$);
- по критерию 3 реальный коэффициент эффективности инвестиций оказывается больше нормативного ($E > E_H$);
- по критерию 4 в случае положительного значения ΔNPV .

Расчеты производились для 6 подстанций участка электрических сетей напряжением 110 кВ. Мощность КУ выбиралась исходя из среднесуточного значения тангенса нагрузки ($tg\varphi_{\text{наб}}$) в зимние и летние сутки:

$$Q_{\text{ёо}} = P_i \cdot (tg\varphi_i - tg\varphi_{\text{нб}}).$$

Значения P_H , Q_H выбирались по графику нагрузки потребителей в часы наибольших нагрузок в энергосистеме. Величина оптимального тангенса принималась согласно [1] равной 0,25.

В таблице 1 показан рекомендованный график работы КУ.

Таблица 1- График работы конденсаторных батарей

| ПС | Тип тр-ра | Тип и мощность КУ | Режим работы |
|---------------|--------------|-------------------|-----------------|
| Х.Балка Новая | 2 ТДНС-10000 | 2УК-6-900 | отключены летом |
| | | 2УК-6-750 | + |
| | | 2УК-6-750 | + |
| Х.Балка | 2 ТМН-6300 | 2УК-6-900 | отключены летом |
| | | 2УК-6-300 | + |
| Екатериновка | 2 ТДН-16000 | 2УК-6-900 | отключены летом |
| | | 2УК-6-750 | отключены летом |
| МакНии | 2 ТМН-6300 | 2УК-10-300 | отключены зимой |
| | | 2УК-10-150 | отключены зимой |
| ЦРП-1 | 2 ТРДН-25000 | 4УК-6-1125 | + |
| | | 4УК-6-450 | отключены зимой |
| ЦРП-2 | 2 ТРДН-63000 | 4УК-6-900 | + |
| | | 4УК-6-1125 | + |
| | | 4УК-6-1350 | отключены летом |

Потери активной мощности и электроэнергии определялись на основе расчета потерь в стали и меди трансформаторов по значениям P_H , Q_H и мощности

КУ; расчет платы потребителя за перетоки реактивной энергии – по [1].

В таблицах 2 и 3 приведены результаты расчета экономической эффективности по указанным выше критериям. В таблицах приняты обозначения: **IB** – инвестиции, **A** – эксплуатационные расходы, **B_{ΔW}** – стоимость потерянной электроэнергии, **Π** – плата за перетоки реактивной энергии, **Z_{пр}** – приведенные затраты, **Э** – экономический эффект, **Э_φ** – экономическая эффективность.

Величина нормативного коэффициента эффективности принималась равной 0,2 1/год, что согласно [2] соответствует вложению инвестиций с целью увеличения доходов. При этом нормативный срок окупаемости равен 5 лет ($T_H = 1/E_H$).

Таблица 2 – Составляющие затрат

| ПС | Вариант | IB, т. руб. | B _{ΔW} , т. руб./год | A, т. руб./год | Π, т. руб./год |
|---------------|---------|----------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| Х.Балка Новая | без КУ | 0 | 1580,84 | 0 | 5291,35 |
| | с КУ | 3008,98 | 1564,98 | 433,29 | 1515,5 |
| Х.Балка | без КУ | 0 | 1051,18 | 0 | 2617,46 |
| | с КУ | 1762,02 | 943,43 | 253,73 | 1057,35 |
| Екатериновка | без КУ | 0 | 1580,84 | 0 | 5291,35 |
| | с КУ | 3008,98 | 1564,98 | 433,29 | 1515,5 |
| МакНии | без КУ | 0 | 2287,14 | 0 | 4446,93 |
| | с КУ | 2035,02 | 2057,41 | 293,04 | 2674,77 |
| ЦРП-1 | без КУ | 0 | 768,05 | 0 | 10218,8 |
| | с КУ | 1301,82 | 891,82 | 187,46 | 1214,16 |
| ЦРП-2 | без КУ | 0 | 2546,6 | 0 | 9053,36 |
| | с КУ | 3838,64 | 2341,98 | 552,76 | 2963,39 |

Таблица 3 – Расчет экономической эффективности

| ПС | Вариант | Критерий | | | | | |
|---------------|---------|---------------------|------------------|--------------------|-----------|-------------|------------------|
| | | Приведенные затраты | | | T, год | E, 1/год | ΔNPV, т. руб. |
| | | Z, т.руб./год | Э, т.руб./год | Э _φ , % | | | |
| Х.Балка Новая | без КУ | 6872,19 | 0 | 0 | | | |
| | с КУ | 4115,57 | 2756,62 | 66,98 | 0,90 | 1,12 | -1318,98 |
| Х.Балка | без КУ | 3668,64 | 0 | 0 | | | |
| | с КУ | 2606,91 | 1061,73 | 40,73 | 1,25 | 0,80 | -993,38 |
| Екатериновка | без КУ | 6734,07 | 0 | 0 | | | |
| | с КУ | 5432,22 | 1301,85 | 23,97 | 1,19 | 0,84 | -1117,05 |
| МакНии | без КУ | 10986,85 | 0 | 0 | | | |
| | с КУ | 2553,8 | 8433,05 | 330,22 | 0,15 | 6,68 | 2325,51 |
| ЦРП-1 | без КУ | 11599,96 | 0 | 0 | | | |
| | с КУ | 6625,858 | 4974,1 | 75,07 | 0,67 | 1,50 | -1099,7 |
| ЦРП-2 | без КУ | 24199,72 | 0 | 0 | | | |
| | с КУ | 14605,24 | 9594,48 | 65,69 | 0,62 | 1,62 | -1610,19 |

Согласно первым 3 критериям установка КУ экономически выгодна на всех 6 ПС, а по 4 критерию только на одной ПС. На остальных ПС величина ΔNPV имеет отрицательное значение, то есть установка БК нецелесообразна.

Выводы. Целесообразность реконструкции по критерию ΔNPV не показана при незначительных инвестициях, как это происходит при установке КУ

Список литературы

1. 1. Методика розрахунків за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією і її споживачами. – Київ, 1997. – 36 с.
2. Медведев А. Экономическое обоснование предпринимательского проекта / Медведев А. – Мировая экономика и международные отношения 1992. - № 6, 7.

УДК 62-529

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ САУ ТП ПРОИЗВОДСТВА ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ

Д.Д. Лысенко, студент;
Н.В. Жукова, канд. тех. наук, доц.

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

Лысенко Д.Д., Жукова Н.В. Выполнен анализ технологического процесса производства порошковой проволоки как объект управления. Определена стратегия управления непрерывным процессом весового дозирования шихты в сформированный профиль ленты и процессом профилегибки ленты в чистой группе клеток профилегибочного стана. Показано, что стабилизация линейной плотности порошка в промежуточном профиле ленты обеспечит требуемую точность засыпки многокомпонентной шихты, а регулирование многодвигательным электроприводом профилегибочного стана по электромеханической мощности обеспечит плотную упаковку шихты в проволоке и качество выпускаемой продукции.

Ключевые слова: порошковая проволока, многокомпонентная шихта, плотность шихты, скорость проволоки, многодвигательный электропривод, электромеханическая мощность.

Lysenko D.D., Zhukova N.V. The analysis of the technological process of flux-cored wire production as an object of control is performed. The strategy of controlling the continuous process of weight dosing of the charge into the formed profile of the tape and the process of profile bending in the finishing group of stands of the profile bending mill is determined. It is shown that stabilization of the linear density of the powder in the intermediate profile of the tape will provide the required accuracy of filling the multicomponent charge, and regulation by the multi-motor electric drive of the roll forming mill according to the electromechanical power will ensure close packing of the charge in the wire and improve the quality of the products.

Keywords: flux cored wire, multicomponent charge, charge density, wire speed, multi-motor electric drive, electromechanical power..

Постановка задачи. Технологический процесс (ТП) производства порошковой проволоки (ПП) состоит из двух основных технологических блоков: процесса весового дозирования и процесса формирования профиля в чистой группе клеток. Вследствие этого между процессом весового дозирования, электроприводами питателей и транспортной ленты, профилегибочных клеток и элементами конструкции стана имеются взаимосвязи, определяющие технологическую линию получения ПП как единое целое.

Технологический процесс весового дозирования шихты для заполнения профиля ленты является составным функциональным модулем технологического процесса производства порошковой проволоки. Рассмотрим параметры, характеризующие процесс получения ПП: D - линейная плотность порошка (шихты) в \cup -образном профиле ленты (г/м); ρ - плотность порошка (г/см³); B - ширина засыпки порошка на транспортной ленте дозатора (мм); H - высота засыпки порошка на транспортной ленте дозатора (мм); G - расход шихты из бункерных весов (г/с); F - массовая производительность транспортера (г/с); $V_{тр}$ - скорость транспортной ленты дозатора (м/с); L, W - соответственно длина транспортной ленты, на которой измеряют массу порошка W , находящегося на участке длиной L (м, г); $Q_{ш}$ - гранулометрический состав шихты; b, h - толщина, ширина стальной ленты (м); d - диаметр внутренней полости ПП; $V_{ПП}$ - скорость порошковой проволоки (м/с); \varnothing - диаметр ПП (мм); μ_i - коэффициент редуцирования ПП; $R_{кат}$ - катающий радиус валков клетки; $M_{эм}$ - электромагнитный момент двигателя профилегибочной клетки; M_c - момент сопротивления профилегибки, приведенный к валу двигателя профилегибочной клетки; ω_k - скорость вращения двигателя клетки; $\omega_{тр}$ - скорость вращения двигателя транспортной ленты; U_i - управляющие напряжения цепей якорей двигателей клеток профилегибочного стана; f - управляющая частота преобразователя частоты асинхронного двигателя ленты транспортера.

На основании системного анализа, объединив все используемые параметры, введем обобщенный вектор состояния, характеризующий процесс весового дозирования:

$$\bar{X}(t) = |W, D, \rho, Q_{ш}, F, \omega_{тр}, V_{тр}, G, B, H, L, b, h, d, V_{ПП}, R_{кат}, \mu_i, \omega_k, M_{эм}, M_c|.$$

Анализ влияния этих параметров на процесс получения ПП показывает его неоднозначность. Но можно выделить три группы параметров: проекционные (условно - постоянные) \bar{X}_n , возмущающие \bar{X}_f и управляющие \bar{X}_U .

Проекционные параметры остаются неизменными, или незначительно изменяются в процессе производства проволоки: $\bar{X}_n = |Q_{ш}, L, b, h, d, \mu, R_{кат}|$. В процессе проведения технологии часть параметров вектора \bar{X}_n , такие как $Q_{ш}$, $b, h, d, \varnothing, \mu_i, R_{кат}$ изменяются, действуя возмущающим образом на технологию производства ПП, и выступают факторами нестационарности процессов дозирования и профилегибки, что приводит к необходимости корректировать начальную настройку всех функциональных модулей, входящих в состав технологической линии производства ПП.

В процессе весового дозирования в системе могут действовать различные возмущения. Основным возмущающим воздействием в системе весового дозирования является скорость ПП $V_{ПП}$, текущая величина которой в свою очередь является задающим воздействием для скорости транспортной ленты $V_{тр}$. При изменении скорости проволоки $V_{ПП}$ будет происходить изменение скорости

транспортера V_{TR} , а соответственно и массовой производительности конвейерного дозатора, и, как следствие, массы порошка в одном метре проволоки. Возмущения, оказывающие влияние на скорость $V_{ПП}$ проявляются в системе управления электроприводом чистой группы профилегбочных клеток за счет изменения текущих моментов сопротивлений профилегбки. Тогда вектор возмущений можно представить в виде: $\bar{X}_f = |M_c, V_{III}|$.

Для точной засыпки порошка и плотного наполнения проволоки необходимо поддерживать требуемую линейную плотность порошка D - массу порошка на одном метре длины проволоки. Отсюда следует, что необходимо обеспечить заданную массу порошка W на конвейере и соответствующее ей соотношение скоростей $V_{ПП}/V_{TR}$ при фиксированной величине длины дозаторной ленты L . Поддерживать массу порошка W на длине L транспортной ленты следует за счет изменения производительности G (г/с) весового бункера. Тогда с учетом управляющих воздействий для скоростей транспортера и проволоки, соответственно f, U_i , вектор управляемых переменных будет следующим: $\bar{X}_U = |G, U_i, f|$.

Далее рассмотрим непрерывный процесс формирования профиля с шихтой на профилегбочном стане как объект управления. Непрерывный процесс получения профиля ПП на профилегбочном стане определяется процессами формирования профиля в каждой клетки и взаимосвязью между ними через профилируемую полосу. Вследствие этого между ТП, системой многодвигательного привода и элементами конструкции стана имеются взаимосвязи, определяющие систему стана как единое целое. Рассмотрим параметры, характеризующие ТП производства ПП i -ой клетки: $F_{np\ i}$ - сила профилирования; $M_{np\ i}$ - момент профилирования; $F_{i-1,i}$ и $F_{i,i+1}$ - силы растяжения или сжатия в соседних межклетевых промежутках; μ_i - коэффициент редуцирования ПП; $R_{кам\ i}$ - катающий радиус валков клетки; V'_i и V_i - скорости входа и выхода ленты из клетки; P_l - реологические свойства ленты (оболочки); b, h - геометрические размеры ленты (ширина и высота); $P_{ш}$ - реология шихты; $d_{ш}$ - фракционный (гранулометрический) состав шихты; P_i - геометрия профиля ленты на выходе из клетки; K_i - калибр клетки; $K_{ж\ i}$ - жесткость клетки (коэффициент упругости); $M_{эм\ i}$ - электромагнитный момент двигателя; ω_i - скорость вращения двигателя.

Анализ влияния этих параметров на процесс формирования профиля оказывает его неоднозначность. Но можно выделить три группы параметров: проекционные \bar{X}_{ni} , возмущающие \bar{X}_{fi} и управляющие \bar{X}_{Ui} . В процессе проведения технологии часть параметров вектора \bar{X}_{ni} , такие как $R_{кам\ i}, P_l, b, h, P_{ш}, d_{ш}, K_{ж\ i}$ изменяются, действуя возмущающим образом на ТП, и выступают факторами нестационарности процесса профилегбки, что приводит к необходимости корректировать начальную настройку стана.

В процессе формирования профиля в системе стана могут действовать различные возмущения. К основным из них относят возмущения: $F_{np i}$, $M_{np i}$, $F_{i-1,i}$ и $F_{i,i+1}$, V'_i и V_i , которые проявляются в системе управления многодвигательным электроприводом [1, 2] и образуют вектор возмущений, представленный в виде: $\bar{X}_{f i} = |F_{np i}, M_{np i}, F_{i-1,i}, F_{i,i+1}, V'_i, V_i|$. Эти параметры связаны между собой [1, 2].

Технология производства ПП является малоинформативной по измерению основных энергосиловых параметров процесса $F_{np}, M_{np}, F_{нат}$, поэтому невозможно организовать обратные связи в системе управления по натяжению для коррекции задания последнего, с целью обеспечения необходимого натяжения полосы. Это можно сделать опосредованно, т.к. изменение натяжения в соседних МКП влияют на момент сопротивления технологической операции рабочего тела M_{np} , приложенный к валкам. Моменту сопротивления M_{np} технологической операции соответствует электромагнитный момент двигателя. А поскольку в объекте измеряемыми являются только электромеханические параметры многодвигательного привода, то вектор управляющих параметров будет следующим: $\bar{X}_{U i} = |M_{эм i}, \omega_i|$. Произведение данных переменных соответствует электромеханической мощности. Электромеханическая мощность является информационным параметром по управлению, зависит только от энергоёмкости технологической операции и ее производительности. Производительность процесса производства ПП характеризует скорость порошковой проволоки. Следовательно, концепцию построения САУ производства ПП можно отразить в виде структур (рис.1, рис.2) основных функциональных модулей:

- дозирования и наполнения шихтой промежуточного профиля ленты. Т.е. структурная схема САУ линейной плотности шихты в промежуточном профиле ленты (рис.1);

- формирования окончательного профиля ПП. Т.е. структурная схема САУ электроприводами чистой группы клетей профилегибочного стана по электромеханическим мощностям при постоянной производительности процесса получения ПП (рис.2).

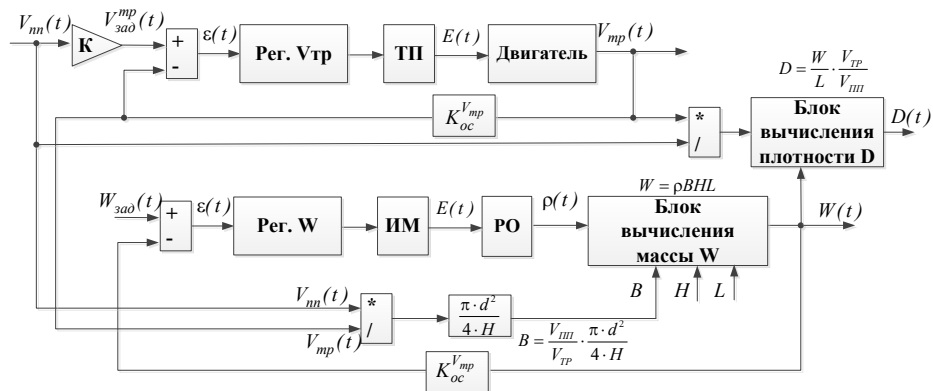


Рисунок 1 - Структурная схема САУ линейной плотности шихты в профиле проволоки

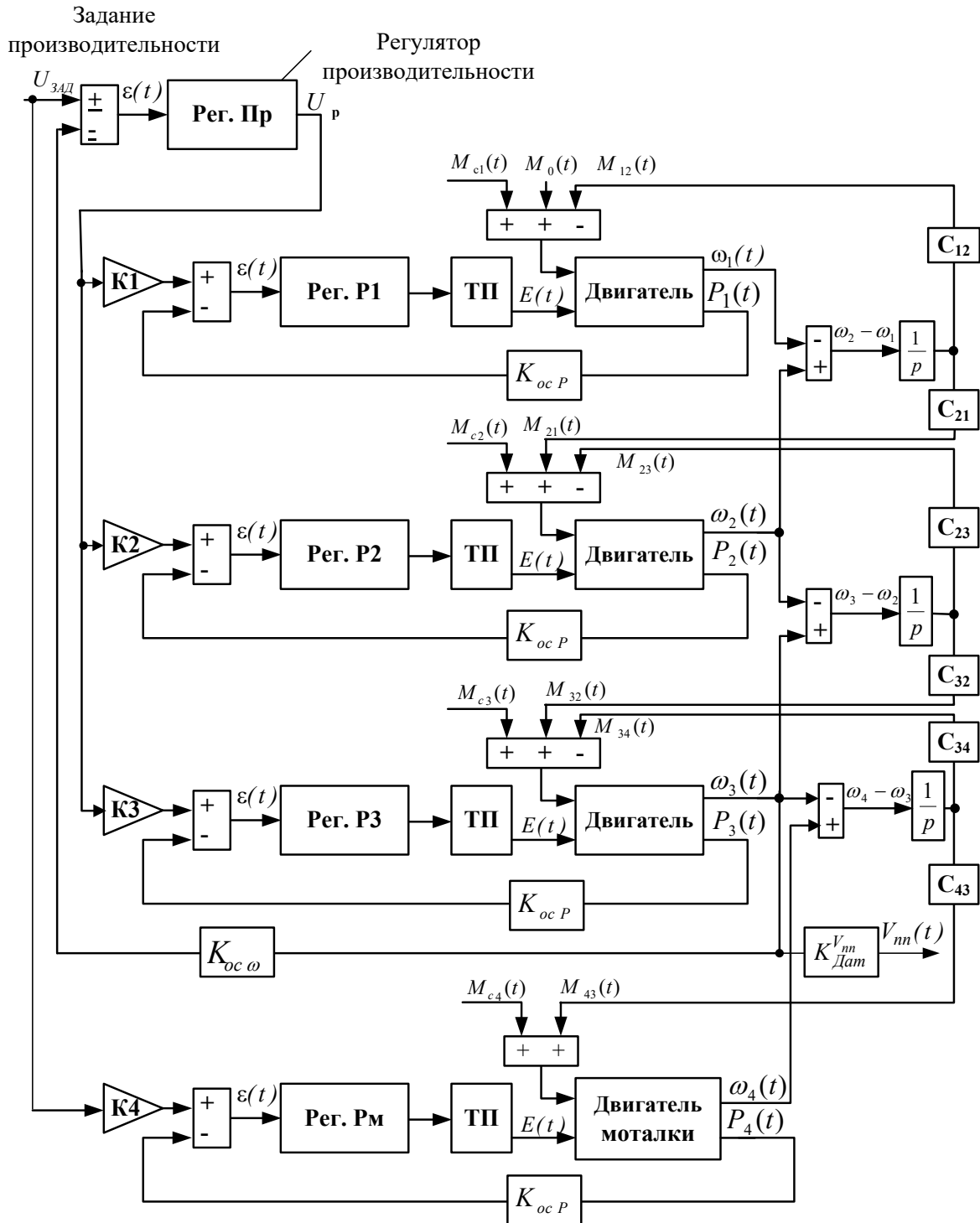


Рисунок 2 - Структурная схема САУ формирования профиля ПП

Список литературы

1. Дружинин Н.Н. Непрерывные станы, как объект автоматизации. - М.: Металлургия, 1975. - 336 с.
2. Афанасьев В.С. Автоматизированный электропривод в прокатном производстве: Уч. для вузов. - М.: Металлургия, 1977. - 280 с.

УДК: 621.785

ВЛИЯНИЕ ВИДА ПЛАЗМООБРАЗУЮЩЕГО ГАЗА НА СТРОЕНИЕ И ТВЕРДОСТЬ УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ

В.Н. Крымов, к.т.н., доцент

Н.С. Назина, студент

*Донецкий национальный технический университет, Донецк, ДНР
Кафедра физического материаловедения*

Крымов В.Н., Назина Н.С. Целью данной работы являлось исследование влияния вида плазмообразующего газа на строение и твердость упрочненного слоя стали. Установлено, что применение углекислого газа в качестве плазмообразующего приводит к заметному снижению погонной энергии при плазменном упрочнении. При обработке аргоновой низкотемпературной плазмой образцов стали 40Х с различной исходной структурой микротвердость зоны оплавления закономерно отличается. Исходная структура стали 40Х оказывает влияние на твердость упрочненного слоя как в зоне оплавления, так и в зоне термического влияния.

Ключевые слова: плазма, упрочнение, микротвердость, структура, свойства

Krymov V.N., Nazina N.S. The purpose of this work was to study the effect of the type of plasma-forming gas on the structure and hardness of the hardened steel layer. It is established that the use of carbon dioxide as a plasma-forming leads to a noticeable decrease in the linear energy during plasma hardening. The microhardness of the reflow zone naturally differs when processing 40x steel samples with different initial structure with low-temperature argon plasma. The initial structure of 40x steel affects the hardness of the hardened layer both in the reflow zone and in the heat affected zone.

Key words: plasma, hardening, microhardness, structure, properties.

Введение. Плазменное поверхностное упрочнение применяется в промышленности уже на протяжении 40-50 лет. Опыт внедрения в химии и металлообрабатывающей промышленности показал высокую эффективность [1, 2] плазменных технологий. Преимуществами низкотемпературной плазмы являются большая тепловая мощность, сравнительно низкие капитальные затраты, простота, гибкость технологических параметров.

Для поверхностного термического упрочнения в качестве плазмообразующего газа наиболее часто применяют аргон. Инертный газ позволяет использовать легко окисляющийся вольфрам в качестве катода и, одновременно, защищать от окисления поверхность изделия. Это свойство особенно важно при обработке с оплавлением поверхности. В различных процессах могут приме-

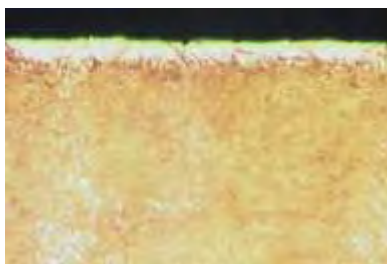
няться другие газы как активные, так и слабо взаимодействующие с материалами.

Плазменной обработке подвергали образцы из сталей 40Х и 70 с размером 10x8x25 мм. Образцы из стали 40Х предварительно подвергали различной термической обработке: полному отжигу, закалке с высоким отпуском и нормализации. Обработку вели на установке, включающей газобаллонное оборудование, плазмотрон и устройство его перемещения. На одной из граней образцов наносили одну или несколько упрочненных дорожек. Силу тока изменяли в диапазоне 75-105 А, Расход плазмообразующего газа 5-7 л/мин. Скорость перемещения плазмотрона изменяли в пределах 5-10 мм/с.

Обработка поверхности велась с наложением упрочненных дорожек, что хорошо заметно по микроструктуре, особенно углеродистой стали. Обработку поверхности вели с перекрытием. Коэффициент перекрытия составлял 30-40 %.

Материал и методы. В сталях, содержащих доэвтектоидный феррит, увеличение погонной энергии сопровождается понижением средней концентрации углерода в аустените за счет его диффузии в феррит и соответствующим снижением устойчивости аустенита. Мартенсит, образующийся в результате охлаждения неомогенного по углероду аустенита, наследует эту микрохимическую неоднородность, причем доля низкоуглеродистого мартенсита возрастает, а остаточного аустенита уменьшается.

Зона оплавления (ЗО) встречается, преимущественно, на стали 70, видимо, из-за большего содержания углерода в ней и, соответственно, более низкой температуры солидус. Ее структура представлена значительным количеством остаточного аустенита и мартенситом (рис.1). Измерить микротвердость ЗО на поперечном шлифе не удастся из-за малой толщины этого слоя.



а



б



в

а, – поверхность; б – середина ЗТВ; в – исходная структура

Рисунок 1 – Микроструктура образца из стали 70, упрочненного CO_2 плазмой а – $\times 50$, б-г – $\times 400$

Анализ изменения микроструктуры при переходе от исходной структуры к зоне термического влияния (ЗТВ) показывает, что аустенитно-мартенситные полосы (рис. 1 в, г) соответствуют именно ферритным полосам в исходной структуре.

Структура ЗО образцов, обработанных аргоновой плазмой представлена довольно крупноугольчатым мартенситом (рис. 2).



а



б



В

а – зона оплавления; б, в – зона термического влияния

Рисунок 2 – Микроструктура слоя на стали 40Х, упрочненного аргоновой плазмой, х500

Результаты исследования. В образцах, обработанных CO_2 плазмой ЗО выглядит в виде белого нетравящегося слоя. Можно предположить, что из-за малой толщины слоя скорость охлаждения ЗО этих образцов была намного выше. Это привело к образованию слоя с аустенито-мартенситной структурой. Меньшее значения погонной энергии привели к тому, что в ЗТВ образцов при нагреве произошла неполная аустенитизация и вместе с мартенситом содержится исходный перлит. Видимо этим объясняется пониженная твердость ЗТВ этих образцов (рис. 3). Микротвердость ЗО на поперечных шлифах определить не удалось из-за малой толщины этой зоны.

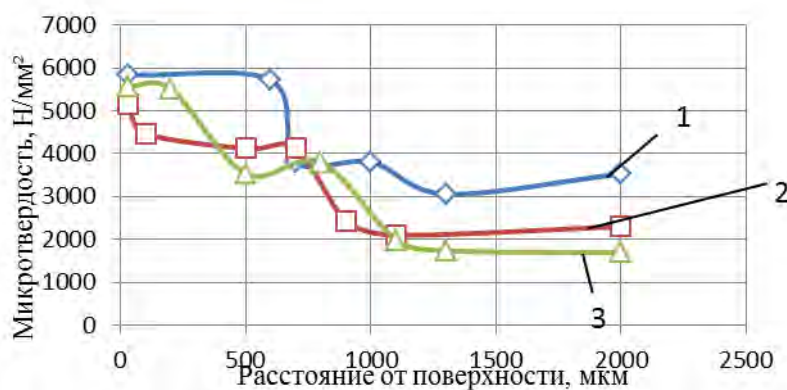
Исходная неоднородность структуры стали 70 приводит к крайне неоднородной твердости ЗТВ. На рисунке 3 представлен график распределения микротвердости на глубине 60 мкм, по сечению образца. Из графика видно, что даже на такой небольшой глубине отсутствие гомогенизации приводит к колебаниям микротвердости более, чем в 2 раза.

Отсутствие четкой периодичности в изменении микротвердости связано со сложным соотношением между шириной единичных упрочненных дорожек, их перекрытием и расстоянием между ферритными полосами в стали. В зонах перекрытия твердость падает в результате самоотпуска.



Рисунок 3 – Распределение микротвердости на образце из стали 70 по ширине ЗТВ на глубине 60 мкм от поверхности

На рис. 4 представлен график распределения микротвердости по глубине упрочненного слоя стали 40Х после плазменного упрочнения аргоном.



Исходная структура: 1 – сорбит отпуска; 2 – видманитеттово-структура; 3- феррит + перлит

Рисунок 4- Распределение микротвердости по глубине упрочненного слоя стали 40Х с различной исходной структурой

Выводы. Можно отметить, что, не смотря на одинаковый режим обработки и визуально видимую структуру, микротвердость ЗО у трех образцов отличается. Наибольшую твердость имеет образец с исходной структурой сорбита отпуска.

Таким образом, погонная энергия плазмы, полученной с использованием углекислого газа ниже, чем аргоновой плазмы. Это приводит к нагреву (при выбранных параметрах обработки) до температуры выше температуры плавления стали более тонкого слоя. Соответственно глубина ЗТВ также уменьшается.

Список литературы

- 1.Лещинский, Л. К. Плазменное поверхностное упрочнение / Л. К Лещинский, С.С. Самогугин, М.И. Пирч. – К.: Техніка, 1990.-109 с.
- 2.Денбновецкий, С. В. Физические основы генерации плазмы в ионно-плазменных установках технологического назначения / С.В. Денбновецкий, В. Т. Барченко, Л. Н. Шмырева. - К.: УМКВО, 1989.-152с.

УДК 681.58

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ САУ
ПРОЦЕССОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ
ПЕЧИ**

**В.А. Новиков, студент;
Н.В. Жукова, канд. тех. наук, доц.**

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

Новиков В.А., Жукова Н.В. Разработана структурная схема системы автоматического управления процессом торкретирования дуговой сталеплавильной печи. Проведено моделирование динамики САУ. Анализ переходных процессов основных регулируемых переменных показал, работоспособность разработанной системы, возможность практического применения.

Ключевые слова: торкретирование, торкрет-масса, торкрет-фурма, футеровка, температура охлаждающей воды, давление кислорода, давление воздуха на аэрацию, расход воды, расход кислорода, расход воздуха, расход торкрет-массы.

Novikov V.A., Zhukova N.V. A block diagram of a system for automatic control of the gunning process of an arc steel furnace was developed. The dynamics of the automatic control system is simulated. Analysis of transients of the main controlled variables showed the efficiency of the developed system, the possibility of practical application.

Keywords: shotcrete, gunite mass, gunite lance, lining, cooling water temperature, oxygen pressure, air pressure for aeration, water flow, oxygen flow, air flow, gunite mass flow.

Постановка задачи. Проведенный авторами анализ состояния вопроса автоматизации процессов торкретирования [1] показал необходимость разработки системы автоматического управления (САУ) процессом торкретирования дуговой сталеплавильной печи (ДСП) с целью повышения качества нанесения торкрет-массы. В ходе анализа было установлено, что основными регулируемыми переменными являются: температура охлаждаемой воды на выходе из торкрет-фурмы, давление воздуха на аэрацию и давление кислорода, подаваемых в торкрет-фурму. По данным технологическим переменным организованы локальные одноконтурные системы управления с принципом по отклонению. Однако данные системы не отвечают высоким требованиям точности регулирования, а также не учитывают влияния основного возмущающего воздействия со стороны изменения расхода торкрет-массы, поступающей в торкрет-фурму из-за возможного изменения технологического регламента в процессе торкретирования. Поэтому разработка структурной схемы САУ процесса торкретирования ДСП, обеспечивающей требуемое качество регулирования основных техноло-

гических параметров процесса и учитывающей изменения расхода торкрет-массы, является актуальной задачей.

Методика решения задачи. Рассмотрим структурную схему САУ процессом торкретирования ДСП. Схема содержит три локальные системы автоматического управления:

- температуры охлаждаемой воды на выходе из торкрет-фурмы;
- давления воздуха на аэрацию, подаваемого в торкрет-фурму;
- давления кислорода, подаваемого в торкрет-фурму.

Каждая система имеет каскадную структуру, принцип подчиненного регулирования. Внутренними контурами локальной САУ являются расходы охлаждаемой воды на входе в торкрет-фурму, воздуха на аэрацию, кислорода. Такая структура позволит повысить точность регулирования, а также учесть влияние возможного изменения расхода торкрет-массы в соответствии с регламентом процесса торкретирования. Структура САУ приведена на рис. 1.

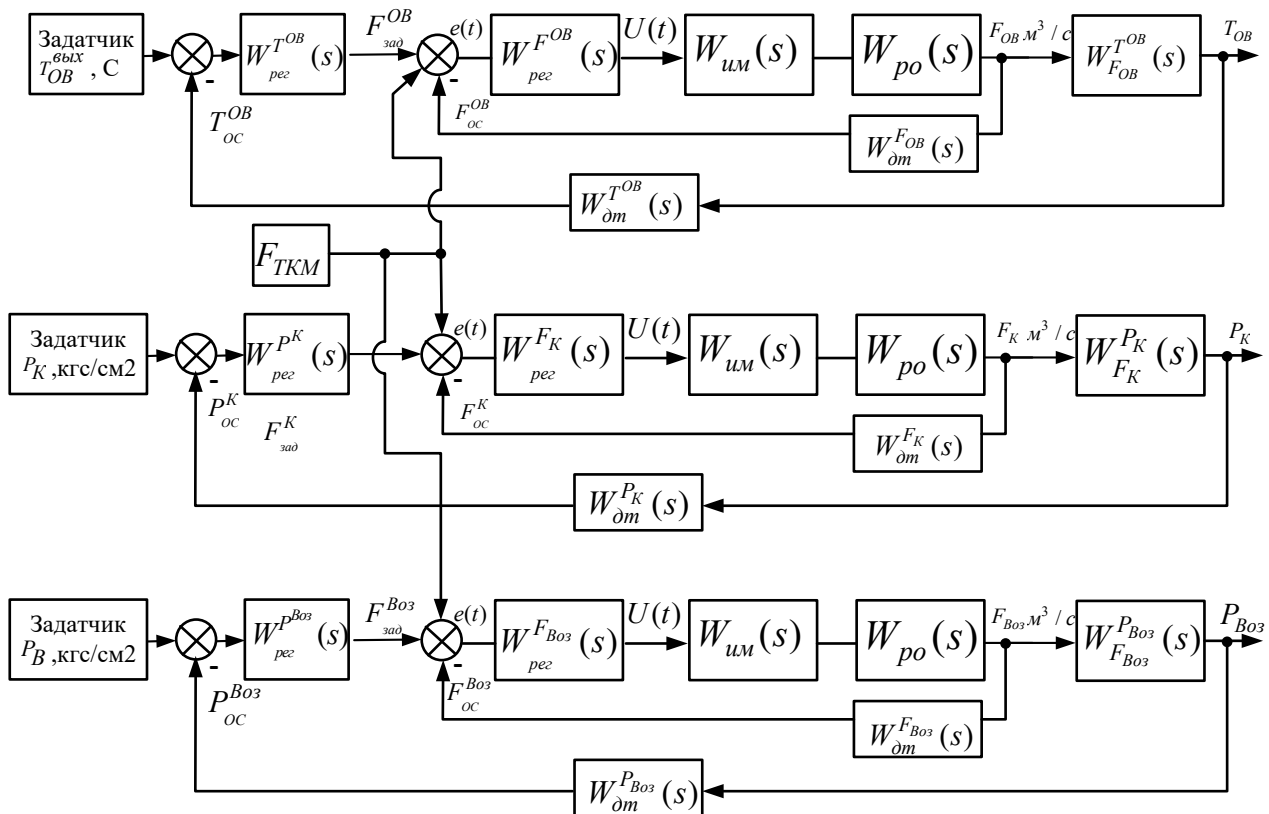


Рисунок 1 – Структурная схема САУ процессом торкретирования ДСП

Из рис.1 следует, что изменение расхода торкрет-массы корректирует сигналы управления расходов соответствующих регулируемых переменных.

Выполним моделирование динамических процессов САУ по основным каналам управления и возмущения. При моделировании в момент времени 50 с эмитируется воздействия возмущения на выходные регулируемые переменные, а в момент времени 70 с изменение расхода торкрет-массы, поступающей в торкрет-фурму.

На рис.2 – рис.4 приведены переходные процессы основных регулируемых переменных системы (температуры охлаждаемой воды на выходе из тор-

крет-фурмы, давления кислорода и воздуха, подаваемых в торкрет-фурму), а также соответствующих расходов и управляющих воздействий для внешних и внутренних контуров разработанной САУ.

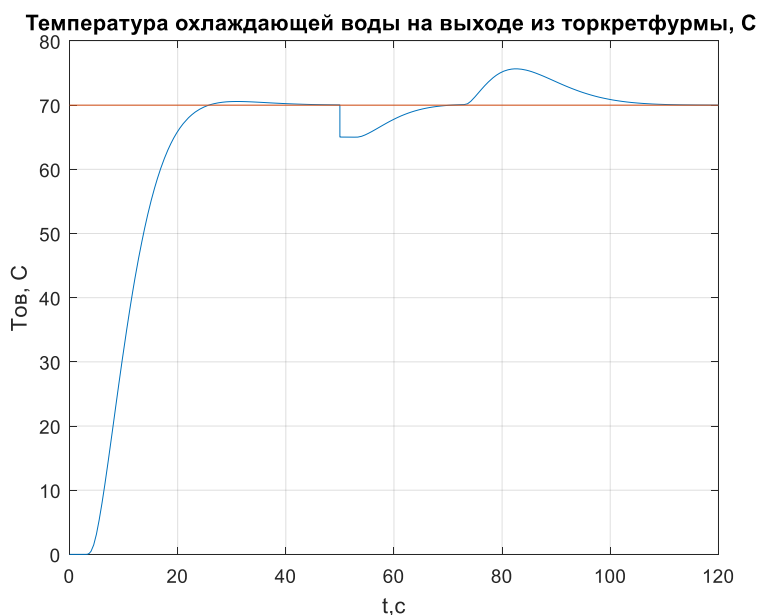


Рисунок 2– Переходной процесс температуры охлаждающей воды на выходе торкрет-фурмы

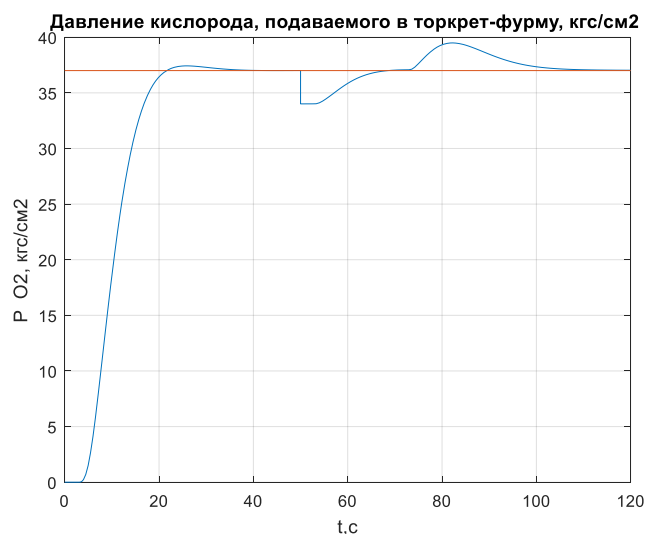


Рисунок 3– Переходной процесс давления кислорода

Переходные характеристики имеют плавный апериодический характер без перерегулирования, время регулирования составляет 40 с, отработка возмущения не превышает 20 с, отработка влияния изменения расхода торкрет-массы составляет 30 с, что соответствует технологическим требованиям, предъявляемым к процессу торкретирования ДСП.

На рис.5 приведены переходные характеристики управляющих воздействий для внутренних контуров регулирования расходов охлаждающей воды на выходе из торкрет-фурмы, кислорода и воздуха на аэрацию, подаваемых в торкрет-фурму. Из переходных характеристик следует, что регуляторы отрабаты-

вают основные возмущения и изменения расхода торкрет-массы в пределах технически допустимых пределов сигнала 4 – 20 мА.

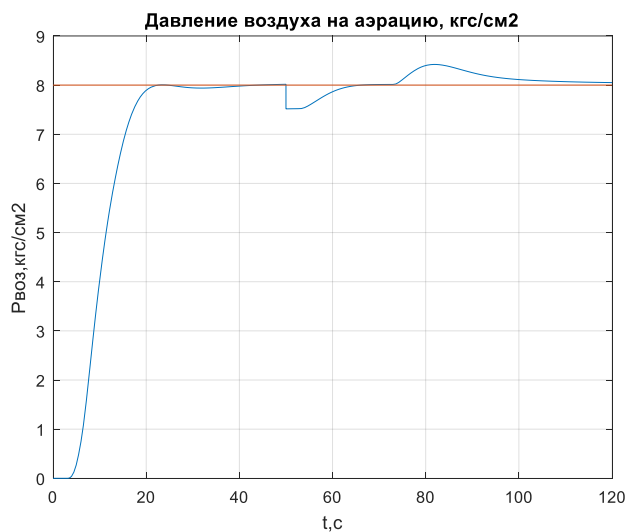


Рисунок 4– Переходной процесс давления воздуха на аэрацию

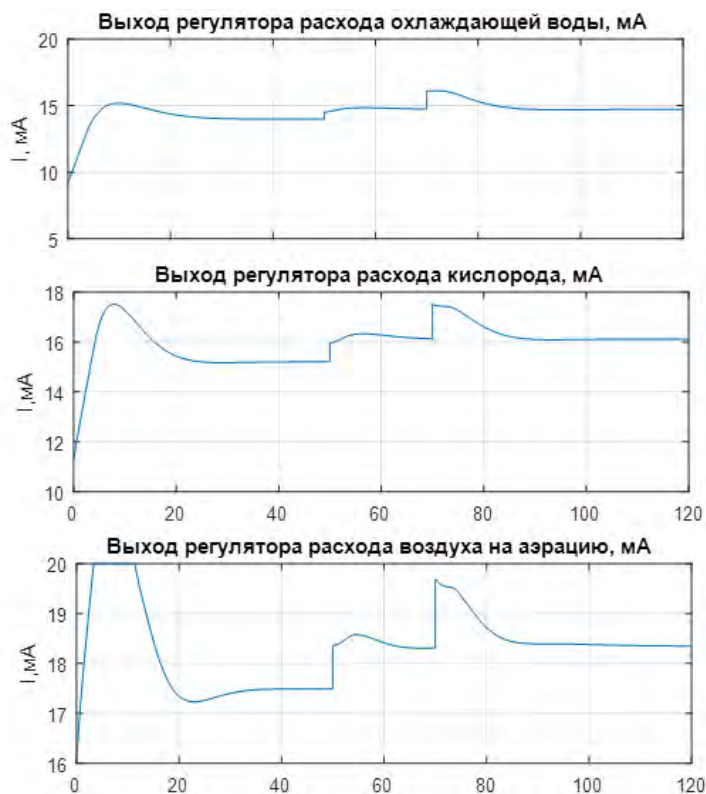


Рисунок 5– Переходные процессы основных элементов САУ процессом торкретирования ДСП

Список литературы

1. Новиков В.А., Жукова Н.В., Федун Р.В. Особенности автоматизации процесса торкретирования дуговой сталеплавильной печи / Сборник научных трудов XIX международной научно-технической конференции «Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых». - Донецк: ДонНТУ, 2019, С. 235 - 239.

УДК 622.413.4

**РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА В ОЧИСТНЫХ ЗАБОЯХ
ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДОНБАССА**

О.В. Плаксиенко, науч. сотр.¹

Р.А. Тишин, канд. техн. наук, мл.науч. сотр.¹

В.Д. Ашихмин, ст.науч.сотр.¹

К.А. Подвигин, аспирант, ассистент²

М.Ю. Маслова, инж. 1 кат.¹

¹ Государственное учреждение «Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности», г. Макеевка

² ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Кафедра охраны труда и аэрологии

Плаксиенко О.В., Тишин Р.А., Ашихмин В.Д., Подвигин К.А., Маслова М.Ю. Обоснован комплексный подход к решению проблемы регулирования теплового режима в рабочих зонах выемочных участков. Выполнен анализ применяемых и перспективных способов, а также средств регулирования микроклимата в горных выработках.

Ключевые слова: тепловой режим, холодопотребность, система кондиционирования, водоохлаждающая машина, хладоноситель.

Plaksienko O.V., Tishin R.A., Ashikhmin V.D., Podvigin K.A., Maslova M.U. An integrated approach to solving the problem of regulating the thermal regime in the working areas of excavation sites is substantiated. The analysis of the applied and promising methods, as well as the means of regulating the microclimate in the mine workings, is performed.

Key words: thermal regime, cold demand, conditioning system, water cooling machine, coolant.

Введение. Глубина горных работ в угольных шахтах Донбасса превысила 1300 м. Ведутся проектные проработки по вскрытию и подготовке новых горизонтов на глубине 1400–1500 м и более. Естественная температура вмещающих пород на освоенных глубинах достигла 45–52 °С. Характерные для глубоких шахт сложные разветвлённые сети, большая протяженность воздухоподающих выработок, неудовлетворительное на ряде шахт их состояние, обусловленное высоким горным давлением и возникающее, при этом значительные внутренние утечки затрудняют подачу в рабочие зоны выемочных участков необходимых расходов воздуха на их проветривание, усложняют регулирование теплового режима. Очистная выемка на глубоких горизонтах ведётся с использованием энергоёмких выемочных комбайнов и комплексов, суммарная мощность электропотребителей в которых превышает 1000 кВт. В таких сложных геотермических и горнотехнологических условиях разработки угольных пла-

стов температура воздуха в очистных выработках без принятия специальных мер по её снижению превышает регламентируемую нормативно- правовыми документами [1, 2] на 8 – 17 °С и достигает 34 – 42 °С. Это обуславливает необходимость дальнейшего изучения проблемы в целях поиска новых и определения области применения известных технологических решений, обеспечивающих эффективность регулирования тепловых условий.

Цель исследования. Анализ решений по регулированию микроклимата в очистных забоях шахт Донбасса.

Материал и методы. Установлено [3, 4], что проблему регулирования температурных условий на шахтах Донбасса можно решить только при комплексном подходе к регулированию микроклимата в лавах, заключающемся в совокупном применении рациональных по тепловому фактору горнотехнологических решений по вскрытию и подготовке глубоких горизонтов, а также технологических схем и параметров отработки выемочных полей с интенсивным проветриванием рабочих забоев с использованием эффективных систем и средств искусственного охлаждения воздуха. Реализация отдельных горнотехнических решений или искусственного охлаждения воздуха при разработке пластов с высокой температурой вмещающих горных пород, как свидетельствует практика, не обеспечивает поддержание регламентируемых Правилами безопасности [1] температурных условий в лавах.

Высокая температура вмещающего горного массива в сочетании с применением энергоёмкого выемочного, горнопроходческого и транспортного оборудования обуславливает высокую интенсивность тепловыделений, формирование тяжёлых климатических условий и высокую холодопотребность призабойных рабочих зон. В связи с этим возникает необходимость использования эффективных средств и технологических решений по охлаждению воздуха.

В последние годы на ряде глубоких шахт Донбасса из-за дефицита шахтной холодильной техники практикуется охлаждать воздух в лавах с помощью передвижных холодильных установок, оборудованных кондиционерами типа КПШ 300[5]. Принципиальная схема охлаждения воздуха в очистном забое передвижной холодильной установкой типа КПШ 300 приведена на рисунке 1. Техническая характеристика шахтного передвижного кондиционера КПШ 300 приведена в таблице 1.

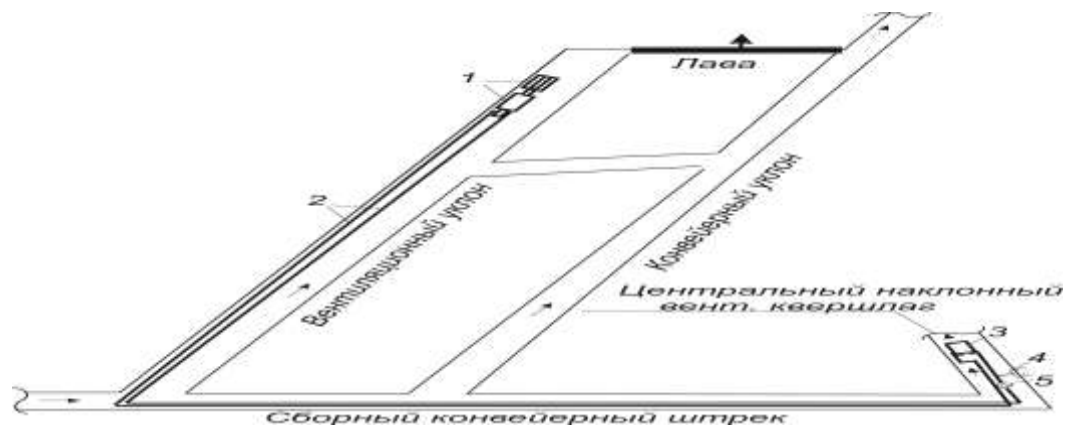


Рис. 1. Принципиальная схема охлаждения воздуха в лаве передвижной холодильной установкой типа КПШ 300 и оборотной схемой водоснабжения конденсатора: 1 – кондиционер; 2 – трубопровод конденсаторной воды; 3 – водоохладительный модуль; 4 – расширительная ёмкость; 5 – насос конденсаторной воды.

Таблица 1 - Техническая характеристика шахтного передвижного кондиционера КПШ 300

| № п/п | Наименование показателей | Значения |
|-------|---|------------------------|
| 1 | Холодильная мощность в номинальном режиме | 300 кВт |
| 2 | при параметрах: | |
| | обрабатываемого воздуха на входе в аппарат: | |
| | температура | 32°C |
| | относительная влажность | 70% |
| | расход | 7,6 м ³ /с |
| | охлаждающая вода на входе в конденсатор: | |
| | температура | 35°C |
| | расход | 50 м ³ /ч |
| 3 | Мощность, потребляемая в номинальном режиме | 75 кВт |
| 4 | Линейное напряжения силовых цепей | 660 В |
| 5 | Холодильный агент | R22 |
| 6 | Потеря напора воздуха в воздухообрабатывающем блоке при расходе 7,6 м ³ /с | 980 Па |
| 7 | Гидравлическое сопротивление водяной полости конденсатора при расходе воды 50 м ³ /ч | 1,3×10 ⁵ Па |
| 8 | Габаритные размеры блоков: | |
| | компрессорно-конденсаторного | 3500×1100×1485 мм |
| | воздухообрабатывающего | 4995×1100×1420 мм |
| 9 | Длина кондиционера в сборе | 9360 мм |
| 10 | Масса кондиционера в сборе | 6300 кг |

В тоже время опыт кондиционирования рудничного воздуха в отечественной и зарубежной практике свидетельствует, что необходимую холодопотребность объектов охлаждения и эффективные технологические решения по локализации тепловыделений в лавах можно реализовать, используя системы кондиционирования рудничного воздуха с водоохлаждающими машинами типа МХРВ-1-У5 (Украина) или аналогичными водоохлаждающими машинами зарубежных фирм WAT (Германия) и EUROTECH (Польша). Принципиальная схема подземной установки с водоохлаждающей машиной для кондиционирования воздуха в лаве приведена на рисунке 2. Техническая характеристика комплекса холодильного оборудования с водоохлаждающей машиной МХРВ-1-У5 [5] приведена в таблице 2.

Следует предусматривать, чтобы эти системы, технологические схемы и средства охлаждения, максимально удовлетворяли условиям выемочных участков в части локализации теплопритоков и изменяющимся условиям эксплуатации.

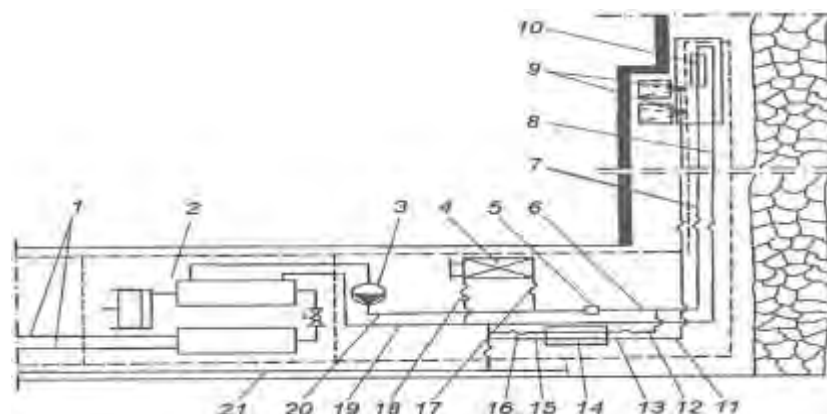


Рис. 2. Принципиальная схема подземной установки для кондиционирования воздуха в лаве: 1 – трубопроводы конденсаторной воды; 2 – холодильная машина; 3 – насос для циркуляции хладоносителя; 4 – штрековый воздухоохладитель; 5 – двухпозиционный переключатель; 6, 17, 18, 19, 20 – трубопроводы хладоносителя; 7, 8, 11, 12, 16 – гибкие рукава; 9 – форсунки оросительные; 10 – теплообменник выемочного комбайна; 14 – водоохлаждающий теплообменник; 13, 15 – патрубки для отвода и подвода технологической воды; 21 – пожарно-оросительный трубопровод.

Таблица 2 - Основные технические данные водоохлаждающей машины МХРВ-1-У5

| № п/п | Наименование показателей | Значения |
|-------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Тип машины | Компрессионная, одноступенчатая, с водяным охлаждением конденсатора и кожухотрубным испарителем с внутритрубным кипением, автоматизированная |
| 2 | Холодильный агент | R 22 ГОСТ 8502 |
| | 2.1 Масса заправки, кг | 500±50 |
| 3 | Смазочное масло | ХС 40 ТУ38.101.763 |
| | 3.1 Масса заправки, кг, не более | 290 |
| | в том числе в компрессор, кг | 15 |
| 4 | Холодопроизводительность в номинальном режиме, кВт (ккал/ч), при параметрах: | 1000(860000) |

«ДОНБАСС БУДУЩЕГО ГЛАЗАМИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ»

| № п/п | Наименование показателей | Значения |
|-------|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| | 4.1 Температура хладоносителя (воды) на выходе из испарителя, К (°С) 4.2 Температура охлаждающей воды на входе в конденсатор, К (°С) 4.3 Расход воды, охлаждающей конденсатор, м ³ /с (м ³ /ч) 4.4 Расход хладоносителя, м ³ /с (м ³ /ч) 4.5 Частота вращения вала компрессора, с ⁻¹ (об/мин) | 276,0±0,5(3,0±0,5) 305,0±0,5(32,0±0,5) 32·10 ⁻³ ±3,2·10 ⁻³ (115±12) 19,8·10 ⁻³ ±2,0·10 ⁻³ (71±7,2) 50(3000) |
| 5 | Диапазон работы машины: 5.1 Диапазон температуры воды на входе в конденсатор, К (°С) 5.2 Диапазон расходов воды через конденсатор, м ³ /с (м ³ /ч) 5.3 Диапазон расходов хладоносителя через испаритель, м ³ /с (м ³ /ч) 5.4 Диапазон температур хладоносителя на выходе из испарителя, К (°С) 5.5 Диапазон температур окружающего воздуха, К (°С) | От 298 до 311 (от 25 до 38) От 27,8·10 ⁻³ до 41,7·10 ⁻³ (от 100 до 150) От 19,4·10 ⁻³ до 22,2·10 ⁻³ (от 70 до 80) От 276 до 277 (от 3 до 4) От 293 до 313 (от 20 до 40) |
| 6 | Мощность, потребляемая машиной в режиме по пункту 4, кВт, не более | 350 |
| 7 | Максимальная потребляемая мощность, кВт, не более | 380 |
| 8 | Характеристика питающей сети: 8.1 Род тока 8.2 Линейное напряжение силовых цепей: - двигателя компрессора, В - двигателя маслососа, В 8.3 Напряжение цепей управления Напряжение питающей сети ИП24-3В, В 8.4 Частота, Гц | Трехфазная с изолированной нейтралью Переменный трехфазный 6000 660 От источника питания ИП24-3В с искробезопасными цепями по ГОСТ 22782-5 660 50 |
| 9 | Гидравлическое сопротивление водяной полости конденсатора при расходе по п. 4.3, Па (кгс/см ²), не более | 0,5·10 ⁵ (0,5) |
| 10 | Гидравлическое сопротивление полости хладоносителя испарителя при расходе по п. 4.4, Па (кгс/см ²), не более | 0,17·10 ⁵ (0,17) |
| 11 | Расчетное давление холодильного агента, МПа (кгс/см ²): | |

| № п/п | Наименование показателей | Значения |
|-------|--|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| | - для стороны высокого давления | 2,0 (20) |
| | - для стороны низкого давления | 2,0 (20) |
| 12 | Расчетное давление, не более, МПа (кгс/см ²): - хладоносителя на входе в испаритель, - воды на входе в конденсатор | 2,5 (25) 3,0 (30) |
| 13 | Габаритные размеры машины в сборе, мм, не более: - длина - ширина - высота | 10680 2200 2040 |
| 14 | Масса машины (сухая), кг в том числе: - агрегата компрессорного с блоком управления, кг - блока аппаратного, кг | 16325 6825 9500 |

На основе реализации комплексной системы кондиционирования рудничного воздуха на выемочном участке, включающей охлаждение воздуха на входе в лаву в штрековых воздухоохладителях, отвод теплоты от работы электродвигателя выемочного комбайна хладоносителем и локализацию тепловыделений разрушаемого угля охлажденной водой из системы кондиционирования подаваемой на пылеподавление, тепловые условия в лавах глубоких шахт можно существенно улучшить.

Выводы. Проблему регулирования теплового режима в лавах шахт Донбасса можно решить только на основе комплексного горнотехнологического подхода с применением средств охлаждения воздуха и локализацией тепловыделений в рабочих зонах.

Список литературы

1. Правила безопасности в угольных шахтах: НПАОТ 10.0–1.01.–16. – Донецк, 2016. – С. 44, 167.
2. Государственные санитарные правила и нормы. Предприятия угольной промышленности: ДСП 3.3.1.095-2002. – [Действует с 2002-12-13]. – Киев, 2003. – 32с.
3. Мартынов, А.А. Горнотехнологические основы комплексного регулирования теплового режима глубоких шахт с теплоизоляцией горного массива в выработках /А.А. Мартынов // Научные работы ДонНТУ. Серия Горно-геологичная. – Вып. 72. – 2004. – С. 121–128.
4. Мартынов, А.А. Способы и направления улучшения температурных условий в глубоких шахтах / А.А. Мартынов, Н.В. Малеев, А.К. Яковенко, В.А. Оришак // Уголь Украины. – 2010. – №5. – С. 20–26.
5. Кондиционер передвижной шахтный КПШ 300. Руководство по эксплуатации КПШ 300.00.0000РЭ.
6. Машина холодильная МХРВ-1-У5. Технические условия ТУУ 29.2-00217863-040-2004

УДК 87.01: 87.17.02

ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПОСРЕДСТВОМ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

О.В. Плаксиенко, науч. сотр.¹

Р.А. Тишин, канд. техн. наук, мл.науч. сотр.¹

К.А. Подвигин, аспирант, ассистент²

¹Государственное учреждение «Макеевский научно-исследовательский институт по безопасности работ в горной промышленности», г. Макеевка

² ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Кафедра охраны труда и аэрологии

Плаксиенко О.В., Тишин Р.А., Подвигин К.А. Предложены технические решения для снижения вредного воздействия породных отвалов на окружающую среду и использование вмещающих пород в народном хозяйстве.

Ключевые слова: редкоземельные компоненты, железная руда, глинистые минералы, оксид алюминия.

Plaksienko O.V., Tishin R.A., Podvigin K.A. Technical solutions are proposed to reduce the harmful effects of waste dumps on the environment and the use of host rocks in the national economy.

Key words: rare-earth components, iron ore, clay minerals, alumina.

Введение. Уменьшить вредное влияние породных отвалов угольных предприятий Донбасса на окружающую природную среду помимо рекультивации можно путём переработки отвалов с получением ресурсоценных компонентов. Широкий спектр различных химических соединений и элементов, включающих редкоземельные компоненты, германий, глинозём для производства бокситов, железную руду, а также уголь высокой доступности, низкой цене и в неограниченных объёмах исходного сырья – породы, делает перспективным указанное техническое направление [1, 3].

Цель исследования. Рассмотрение технических решений для снижения вредного воздействия породных отвалов на окружающую среду посредством извлечения и переработки вмещающих пород с их использованием в народном хозяйстве.

Материал и методы. Одной из основных составных частей добытых пород являются глинистые минералы с высоким содержанием оксида алюминия, который колеблется для шахт Донбасса в пределах 20 – 25 %. Это является свидетельством того, что породы отвалов можно использовать для получения со-

единений алюминия, в частности сульфата алюминия, металлического алюминия, а также глинозёма.

В качестве базовой технологии переработки породы рекомендуется принять метод спекания (кислотный способ), требующий существенных энергетических затрат, но обеспечивающий их окупаемость за счёт низких требований к сырью и возможности получения дополнительных продуктов (сода, цемент, поташ, галлий).

Основной принцип технологии спекания заключается в обработке сырья двумя видами кислот (серная, сернистая, соляная или азотная) и спекания полученной смеси при высоких температурах. Алгоритм получения сульфата алюминия можно условно разделить на несколько этапов:

1. Подготовка сырья;
2. Первичная обработка;
3. Спекание;
4. Очистка и прокаливание.

Предварительная обработка отходов угледобычи и углеобогащения предусматривает измельчение породы: шихта дробится и перемалывается (в среднем величина частиц помола варьируется от 200 до 250 мкм), и производится дозировка отдельных компонентов сырья. После этого сырьё вступает в реакцию с концентрированной кислотой (85 – 90 %) и далее проводится спекание полученной смеси, которая выдерживается в печи при температуре 420 °С в течение полутора часов. Полученный спек, промывается горячей водой (80 – 90 °С) и в ходе этой процедуры образуется осадок сульфата алюминия. Следующий этап это очистка полученного сырья от примесей. Для этого предлагается использовать метод растворения сульфата алюминия в концентрированной HCl, при одновременном насыщении получаемой смеси газообразным хлороводородом. Ещё один способ очистки, это обработка сульфата алюминия стеариновой кислотой с последующей фильтрацией.

Получение непосредственно глинозёма осуществляется за счёт прокаливания очищенного сульфата алюминия при температуре 1000 °С. Такой глинозём можно использовать в металлургии.

Альтернативой традиционному спеканию может стать комбинированный кислотно-щелочной метод обработки алюмосиликатных пород, при котором воздействие кислот на шихту осуществляется до стадии получения оксида алюминия, а его очищение производится методом Байера. Схема реализации подобной технологии сложна, однако она позволяет заметно сократить и облегчить производственный процесс, поскольку она не требует дополнительной очистки соли алюминия от примесей железа [2].

Кроме высокого содержания Al_2O_3 , в отходах углепроизводства присутствуют германий, галлий и другие редкоземельные элементы такие, как иттрий, цирконий, скандий, перспективные для их попутного промышленного извлечения.

Извлечение угля из пород отвалов является одним из немногих, получивших практическое осуществление.

Деятельность по извлечению угля из породных отвалов угольных шахт началось несколько лет назад. Среди инициатив в этой сфере можно отметить опыт ООО «Антрацит», созданного с целью реализации прогрессивных комплексных методов рекультивации и реабилитации земель. Начало осуществления программы улучшения экологической обстановки Донбасса данным предприятием было положено в 2005 году в г. Снежное. На базе построенной обогатительной установки «Снежнянская №1», впервые внедрена современная технология выделения угля из породных отвалов, способная совмещать задачу получения столь дефицитного угольного концентрата и ликвидацию терриконов – источников вредных выбросов. С момента запуска установки было переработано два террикона общим объёмом 2 млн. м³. Породой из этих терриконов был заполнен отработанный ранее карьер, в результате чего были очищены земли, ставшие пригодными для строительства, а также дополнительные территории на месте бывших отвалов общей площадью 18 га.

Основными показателями, определяющими рентабельность извлечения угля из породных отвалов, являются процентное содержание угля в горной массе, марка угля и зольность. Разработка породного отвала с целью извлечения угля экономически выгодна при процентном содержании угля не менее 5 %, зольность угля не более 15 – 20 %, и содержании серы не выше 1,5 %. Наиболее пригодные для переработки и извлечения угля породные отвалы с содержанием угля марки А (антрацит). Породные отвалы такого типа расположены в основном на востоке Донбасса в районе гг. Шахтёрск, Торез, Снежное. Удельная теплота сгорания угля, извлекаемого из породных отвалов, зависит от марки угля. Для марки угля А теплотворная способность составляет до 6 МДж/кг. Основными потребителями извлечённого угля являются ТЭС, котельные различных промышленных предприятий и частные потребители. Извлечённый уголь подвергают фракционной сортировке: штыб (0 – 6 мм), семечка (6 – 13 мм), орешек (13 – 25 мм), орех (25 – 50 мм), кулак (50 – 100 мм). На сегодняшний день на Донбассе приблизительно 30 – 40 породных отвалов могут быть потенциально привлекательными для промышленного извлечения угля [3].

Для породных отвалов Восточного Донбасса также, возможна переработка породной массы в щебень. Такой опыт уже имеется на породном отвале в г. Шахты (Россия). Основной продукцией при переработке породных масс шахтного отвала являются заполнители: щебень фракции 10 – 40 мм, первичный отсев и отсев дробления. Основной областью применения заполнителей из породных масс шахтных отвалов является дорожное строительство. Следует также отметить и другие возможности использования заполнителей из породных масс шахтных отвалов, например, производство ячеистых бетонов и теплоизоляционных изделий из них.

Производство таких материалов в последнее время интенсивно развивается, потребность в доступном минеральном сырье для ячеистого бетона будет расти.

Выводы. Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что снижение вредного воздействия породных отвалов угольных шахт Донбасса на окружающую среду посредством переработки пород с получением ресурсоценных компонентов представляет не только большой научный интерес, но также имеет огромное практическое значение для улучшения экологической безопасности в регионе.

Список литературы

1. Правила безопасности в угольных шахтах Донецкой Народной Республики [Электронный ресурс]: утв. Совместным приказом Гос. Ком. Горного и техг. Надзора и Мин-ва угля и энергетики ДНР №36/208 от 18 апр. 2016 г. – С. 152 – 153 // Министерство угля и энергетики Донецкой Народной Республики: офиц. сайт. – Электрон. дан. – Донецк, 2016. – Режим доступа: ... – Загл. с экрана.
2. Певзнер, М.Е. Горная экология: Учебн. пособ. для вузов – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. – 395 стр.
3. Правила безопасности при обогащении и брикетировании углей (сланцев). ПБ 05-580-03. Утв. постановлением Госгортехнадзора России от 30.05.03 №46. – 180 стр.

ЛОКАЛЬНОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ РУДНИЧНОГО ВОЗДУХА ЛЬДОМ

К.А. Подвигин, аспирант, ассистент

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
Кафедра охраны труда и аэрологии*

Подвигин К.А. Выполнен анализ существующих установок, использующих в качестве хладоносителя водяной лед для снижения температуры воздуха в локальных зонах горных выработок глубоких шахт. Предложена установка локального охлаждения рудничного воздуха льдом.

Ключевые слова: температура, микроклимат, тепловой фактор, безопасность, лед.

Podvigin K.A. The analysis of existing installations using water ice as a coolant to reduce air temperature in local zones of deep mine workings is performed. The installation of local cooling of mine air with ice is proposed.

Key words: temperature, microclimate, thermal factor, safety, ice.

Введение. В условиях постоянного углубления горнодобывающих работ высокая температура воздуха в горных выработках становится сдерживающим фактором при внедрении прогрессивных технологий разработки угольных пластов. Для решения возникшей проблемы нормализации микроклимата разработано множество установок кондиционирования и горнотехнических способов, что позволяет обеспечить требуемые ПБ условия труда для персонала шахты. Однако в настоящее время у большинства шахт Донбасса сложилась сложная экономическая ситуация, что свело применение средств кондиционирования к минимуму ввиду их большей стоимости, а также стоимости их обслуживания и эксплуатации. Из вышеизложенного следует, что разработка установки локального охлаждения рудничной атмосферы льдом, является актуальной инженерно-конструкторской задачей.

Состояние вопроса. В настоящий момент разработано и испытано множество способов искусственного охлаждения рудничного воздуха. Наиболее широкое распространение на производстве получили [1]: - охлаждение при изменении агрегатного состояния веществ; - охлаждение путем расширения газов с совершением внешней работы; - охлаждение дросселированием; - охлаждение с использованием вихревого эффекта; - термоэлектрического охлаждения. Наиболее простым способом охлаждения является теплообмен между охлаждаемым телом (хладоносителем) и охлаждающей средой (рудничным воздухом), при этом количество тепла, которое может поглотить охлаждаемое тело, определяет его охлаждающий эффект. Охлаждающими телами в естественном виде являются воздух, вода и водяной лед. Охлаждение воздуха водяным льдом про-

исходит за счет его перехода из кристаллического состояния в жидкое с поглощением теплоты извне. Теплота затрачивается на изменение связей между молекулами, на ослабление сил молекулярного сцепления льда. Поскольку воздух непосредственно взаимодействует с льдом в момент перехода в жидкое состояние, происходит его насыщение влагой, что отрицательно сказывается на условиях труда горнорабочих[2].

Цель исследования. Целью настоящей работы является анализ существующих средств и способов охлаждения рудничного воздуха водяным льдом. Разработка методики применения водяного льда для локального охлаждения микроклимата, исключая насыщение воздуха влагой.

Материал и методы. Экспериментальным путем установлено, что при атмосферном давлении равном 760 мм.рт. ст. (1013,25 гПа), водный лед характеризуется следующими основными показателями[1]:

- температура таянья, °С = 0;
- теплота плавления, кДж/кг = 335;
- теплоемкость, кДж/(кг·°С) = 2,1.

В процессе развития холодильного оборудования, учеными было установлено, что температура плавления смеси раздробленного льда с солью может быть ниже нуля °С. Снижения температуры плавления водного льда с солью (рассола) объясняется тем, что кроме процесса плавления еще протекает процесс растворения соли в воде. Данный процесс сопровождается понижением температуры плавления и снижением теплоты плавления рассола. Самое широкое применение в кондиционировании шахтного воздуха получили смеси хлористого натрия и хлористого кальция со льдом. Путем повышения концентрации солей хлористого натрия или хлористого кальция в растворе стало возможным понизить температуру плавления до минус 21.2 и 55 °С соответственно. Количество поглощаемой теплоты при охлаждении или плавлении одним килограммом водного льда определяется по формуле

$$Q = G = (c_0 \cdot T_0 + r + c \cdot T) \cdot \text{кДж} \quad (1)$$

Где G – масса льда, кг;

c_0 – теплоемкость льда, кДж/(кг·К);

T_0 – температура переохлажденного льда, К;

r – теплота плавления льда, кДж/кг;

T – Температура талой воды, отводимой в окружающую среду, К;

c – теплоемкость воды, кДж/(кг·К).

Охлаждение рудничного воздуха в масштабах добычного или проходческого участков льдом и льдосоляными смесями не целесообразно, так как процесс заготовки, транспортировки и перемешивания соли со льдом весьма трудоемкие, а так же затруднено автоматическое регулирование температуры воздуха. Однако при локальном снижении температуры микроклимата, данный способ является актуальным.

В настоящее время для зонального снижения температуры воздуха наибольшее применение получили аппараты типа «Прохлада» и «Ветерок»[1]. Снижение температуры на рабочих местах происходит из-за создания дополнительной подвижности воздуха путем местной циркуляции (воздушного душирования). Недостатками вышеперечисленных способов снижения температуры рудничной атмосферы является обязательное наличие шахтной пневмосети или электрического подсоединения. Альтернативным источником получения холода в условиях нагревающего микроклимата глубоких горизонтов угольных шахт является применение установки местного понижения температуры воздуха на базе «вагонетки - термос», входящей в состав мобильного комплекса противотепловых средств разработанного НИИГД «Респиратор» (рисунок 1).

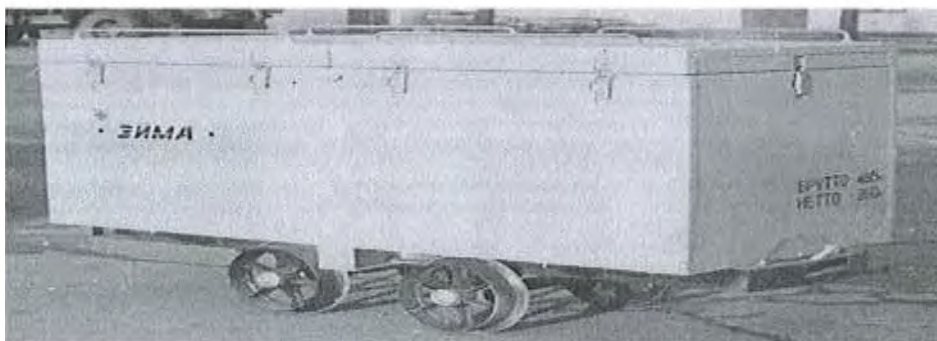


Рис. 1. Передвижной теплоизолирующий контейнер (вагонетка-термос)

Установка также может применяться для частичного охлаждения воздуха в подготовительном забое (рисунок 2). Технические характеристики приведены в таблице 1[2].

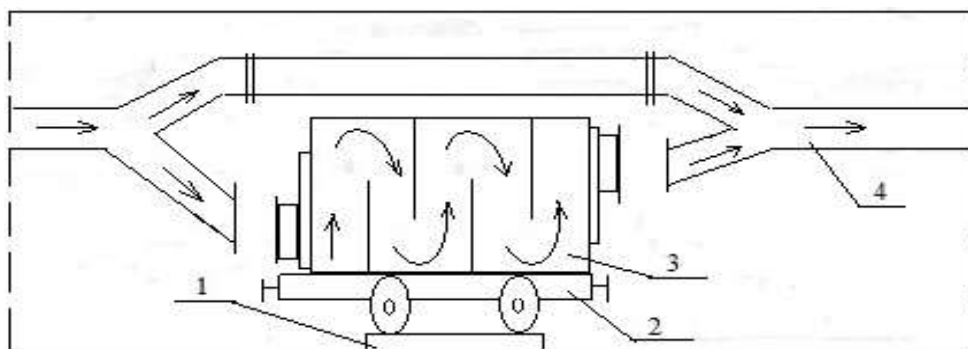


Рис. 2. Вспомогательная охлаждающая установка перемещаемая по рельсовому пути (1) с резервуаром для льда (3), рама с буферно-цепным устройством и колесными парами (2) и вентиляционного трубопровода (4)

Аккумулятором холода в установках такого типа рационально использовать водо-ледяные охлаждающие элементы (рисунок 3), что полностью исключает контакт охлаждающего воздуха со льдом. Следовательно, при охлаждении воздуху не будет сообщаться дополнительная влажность, что в значительной мере улучшит микроклимат в охлаждающей зоне.

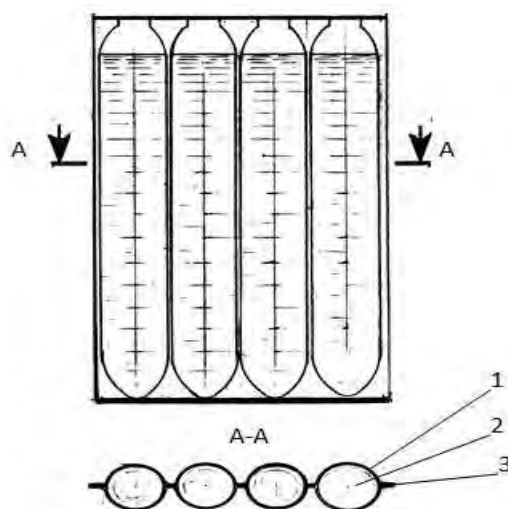


Рис. 3. Водоледяной охлаждающий элемент ОЭ-3:
1 – полиэтиленовая пленка; 2 – вода (лед); 3 – шов

Таблица 1 - Техническая характеристика передвижной охлаждающей установки

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|---------------------|
| Масса, брутто, кг, не более | 490 |
| Диаметр колеса, мм | 600 или 900 |
| Количество помещаемых ОЭ-3, шт, не менее | 1000 |
| Диаметр колеса, мм | 300 |
| Габаритные размеры, мм, не более: длина, ширина, высота | 2100; 900; 1440 |

Выводы. Поскольку горнодобывающие работы со временем будут только углубляться, применение средств сосредоточенного охлаждения очистных и подготовительных забоев станет технически сложнее и экономически не целесообразным. Основывая на вышеизложенное можно сделать вывод, что в настоящее время экономически наиболее рациональным вариантом защиты горнорабочих от неблагоприятных условий труда является применение установки локальной противотепловой защиты.

Список литературы

1. Мартынов А.А., Малеев И.В, Яковенко А.К Тепловой режим глубоких угольных шахт: монография / под ред. к.т.н. Мартынова А.А.;- Донецк: Издательство «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2014.- 443 с.
2. Подвигин, К.А., Анализ существующих средств и способов нормализации тепловых условий глубоких шахт// Инновационные перспективы Донбасса. – 2019. – №1. – С. 143-152.
3. Булгаков Ю.Ф., Противотепловая защита горнорабочих при добыче нефти подземным способом / Ю.Ф. Булгаков, И.Ф. Марийчук, К.А Подвигин // Проблемы горного давления. – 2017. – №2. – С. 3-10.

УДК 666.972.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛАВЛЕННЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВКИ В БЕТОН

С.В Горбатко, к.т.н., доцент,
Е.И. Приходченко, студент

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк.

Горбатко С.В., Приходченко Е.И. Целью данной работы является рассмотрение возможности применения вторичного стекла в бетонных строительных смесях. Определены основные достоинства переработки вторичного стекла. Предложен способ переработки и применения данного материала. Измельченное стекло улучшает свойства бетона, а также влияет на его долговечность, увеличивая ее. Переработка боя стекла положительно влияет на экологическую ситуацию, а именно уменьшается количество почти не разлагаемого материала в окружающей среде.

Ключевые слова: бетон, стеклобой, переработка, механическая прочность.

Gorbatko S.V., Prikhodchenko E.I. The purpose of this work is to consider the possibility of using recycled glass in concrete building mixtures. The main advantages of recycling glass are determined. A method for processing and using this material is proposed. Ground glass improves the properties of concrete, and affects its durability, increasing it. Processing glass breaks has a positive effect on the environmental situation, namely, the amount of almost non-degradable material in the environment is reduced.

Keywords: concrete, glass, processing, mechanical strength.

В настоящее время все больше внимания обращается на переработку сортированного так и несортированного боя стекол, наряду с применением некоторых других видов отходов. Заводы-изготовители строительных материалов сегодня используют битое стекло или брак стекла, который образуется во время производственного процесса. Эти стекломатериалы имеют химически стабильный состав и применяются в процессе плавления сырьевой шихты. Но если битое стекло не сортировано, то по химическому составу оно является нестабильным. Также в таком стекломатериале возможно наличие посторонних примесей, содержание которых строго ограничено технологическими регламентами производства для стекол определенного качества и химического состава. Из-за этого некоторые виды стеклобоя не

применяются в виде вторичного сырья и отправляются в больших количествах на свалки и полигоны.

Стекломатериалы – с экологической точки зрения один из самых трудно утилизируемых отходов. Они не поддаются разрушению от воздействия ультрафиолетового излучения солнца, действия воды, влияния атмосферы, и низкотемпературного воздействия. Эти материалы очень устойчивы к воздействию большинства минеральных, органических кислот, солевых растворов. Стекло не разрушает действие грибков, плесени и бактерий. По этой причине стекломатериалы способны сохранять свою первоначальную структуру десятками лет.

Основными направлениями применения отходов на основе стекла являются: изготовление абразивных материалов, производство строительных и декоративных панелей, в производстве кирпича, в дорожном строительстве, при производстве облицовочных плиток, в производстве шлакоситаллов, в качестве наполнителя при получении бетонов, в производстве пеностекла и пеноматериалов, в качестве наполнителя при производстве пластмасс.

Одним из эффективных способов переработки стеклобоя, является добавление измельченного стекла в цементные бетоны в качестве специальной добавки [1].

Материалы, изготавливаемые с добавлением измельченного стекла, могут набирать прочность как в стандартных условиях температурно-влажностной обработки, так и при повышенной температуре. При этих условиях происходит твердение цемента, полимеризация жидкого стекла, что придает бетону необходимые механические характеристики.

На рис. 1 представлена внутренняя структура бетонного камня, полученного с добавлением измельченного стекла.



Рисунок 1. – Структура бетонного камня с добавлением измельченного стекла

Добавление измельченного стекла в бетон является одним из способов его переработки. Однако стоит применять более мелкую фракцию измельченного стекла, так как именно такая фракция положительно влияет на одно из основных свойств – прочность.

Список литературы

1. Калашников В.И. Терминология науки о бетонах нового поколения / В.И. Калашников // Строительные материалы. – 2011. - № 3. - С. 103-106.

УДК 681.51

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ-УТИЛИЗАТОРОМ В УСЛОВИЯХ ЗУЕВСКОЙ ТЭС

В.В. Пугач, студент

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР

Пугач В.В. Целью создания системы автоматизации является повышение эффективности использования вторичных энергоресурсов за счет разработки системы автоматического управления котлом-утилизатором, что позволит улучшить теплопроизводительность котла-утилизатора отработавших газов тепловой электростанции.

Ключевые слова: котел-утилизатор, система автоматического управления

Pugach V.V. The goal of creating an automation system is to increase the efficiency of using secondary energy resources through the development of an automatic control system for a waste heat boiler, which will improve the heat output of a waste heat boiler in a thermal power plant.

Keywords: waste heat boiler, automatic control system

Введение. Котел-утилизатор - это котел, в конструкции которого нет своей топки, принцип его действия основан на использовании тепла, образующегося в каких-либо производственных процессах, например, образование отработавших газов в процессе производства электроэнергии на ТЭС.

Цель исследования. Целью создания системы автоматизации является повышение эффективности использования вторичных энергоресурсов за счет разработки системы автоматического управления котлом-утилизатором, что позволит улучшить теплопроизводительность котла-утилизатора отработавших газов тепловой электростанции.

Материал и методы. Для реализации поставленной цели необходимо, чтобы САУ котлом-утилизатором в условиях Зуевской ТЭС выполняла:

1. Информационные функции:

- централизованный контроль и измерение параметров процесса теплообмена в котле-утилизаторе;
- обмен информацией между вычислительными средствами АСУТП ТЭС;
- формирование и выдача сигналов сигнализации, а так же визуализация информации в удобном для оперативного персонала виде на АРМ.

2. Управляющие функции:

- автоматическое управление температурой пара на выходе из котла-утилизатора;
- аварийное отключение котла-утилизатора.

В условиях Зуевской ТЭС применяются газотрубные горизонтальные котлы-утилизаторы.

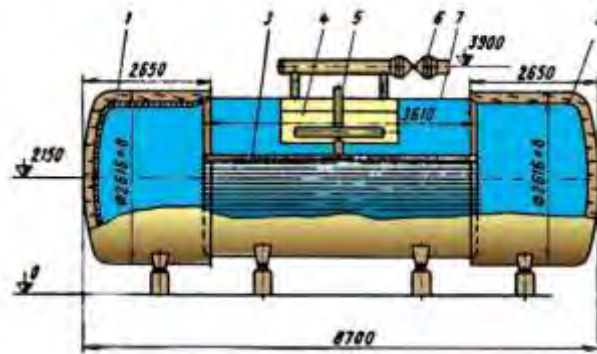


Рисунок 1 – Конструкция газотрубного горизонтального котла-утилизатора

На рис. 1.1 обозначено: 1 - входная камера; 2 – выходная камера; 3 - трубы пароперегревателя; 4 - паросепарационное устройство; 5 - подвод питательной воды; 6 – паровой коллектор, 7 – испарительный барабан

Продукты сгорания (отработавшие технологические газы) проходят внутри труб, размещенных в водяном объеме барабана и через выходную камеру удаляются в атмосферу. Эти котлы характеризуются высокой газоплотностью, простотой обслуживания и пониженными требованиями к питательной воде.

К основным недостаткам котлов-утилизаторов подобного типа относятся низкий коэффициент использования теплоты отходящих от технологических агрегатов газов (50-60%), низкий паросъем с единицы поверхности нагрева.

Основной задачей управления котлом-утилизатором является регулирование температуры пара на выходе из котла-утилизатора.

Температура пара на выходе из котла-утилизатора зависит от (рис. 2):

- нагрузки котла-утилизатора;
- температуры питательной воды;
- чистоты поверхностей нагрева котла-утилизатора и пароперегревателя;
- от величины отбора пара от котла-утилизатора.

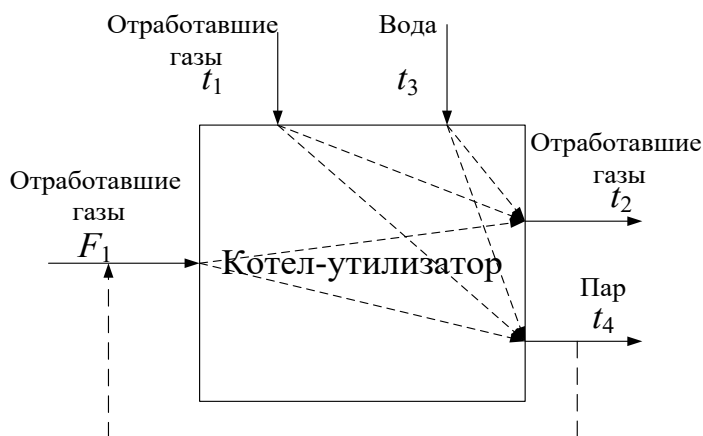


Рисунок 2 – Котел-утилизатор как объект управления

Различают два основных метода регулирования температуры пара (паро-водяной смеси):

1. Паровое регулирование основано на снижении энтальпии пара либо путем отбора от него частицы теплоты питательной воде, либо путем впрыска в него обессоленной воды и ее испарения.

2. Газовое регулирование основано на изменении тепловосприятости поверхности нагрева с газовой стороны до значения, необходимого для получения заданного уровня температуры перегретого пара.

Результаты исследования. Рассмотрим возможные концепции построения САУ котлом-утилизатором, применяющиеся на практике: каскадно-связанное регулирование; регулирование байпасированием продукта; регулирование изменением расхода конденсата греющего пара; регулирование изменением температуры горячего теплоносителя; регулирование изменением расхода продукта.

Использование двухконтурных САУ значительно улучшает качество регулирования конечной температуры паро-водяной смеси, если вспомогательной регулируемой величиной выбрать параметр, изменение которого будет сильным возмущением для процесса теплообмена. Часто в качестве вспомогательного параметра выбирают расход отработанных газов (рис. 3).

Для регулирования систем, в которых изменение расхода отработанных газов недопустимо, используют метод байпасирования. Регулирующее воздействие в этом случае осуществляется изменением расхода байпасируемого продукта (рис. 4, а). Поскольку перемещение регулирующего органа на байпасной линии все же приводит к некоторому изменению расхода продукта, при высоких требованиях к постоянству этого расхода устанавливают два мембранных исполнительных механизма разного типа.

Аналогичный эффект достигается при установке трехходового смешительного клапана (рис. 4, в).

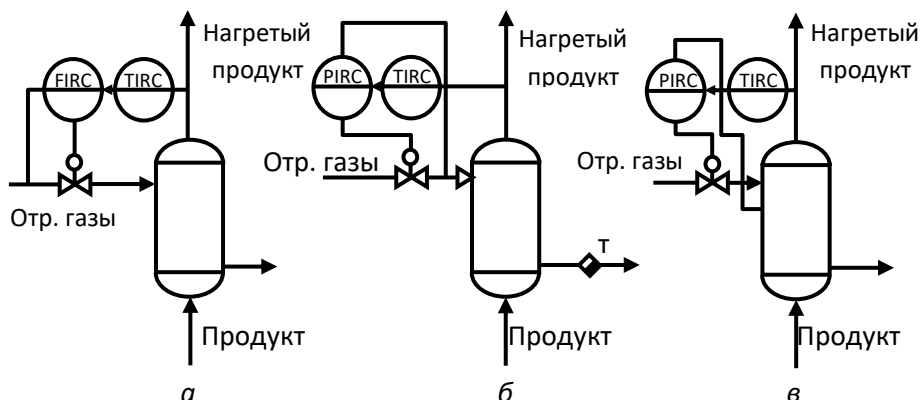


Рисунок 3 – Двухконтурные САУ процесса нагревания с использованием в качестве вспомогательной регулируемой величины: а) расхода теплоносителя; б) давления; в) давления в межтрубном пространстве

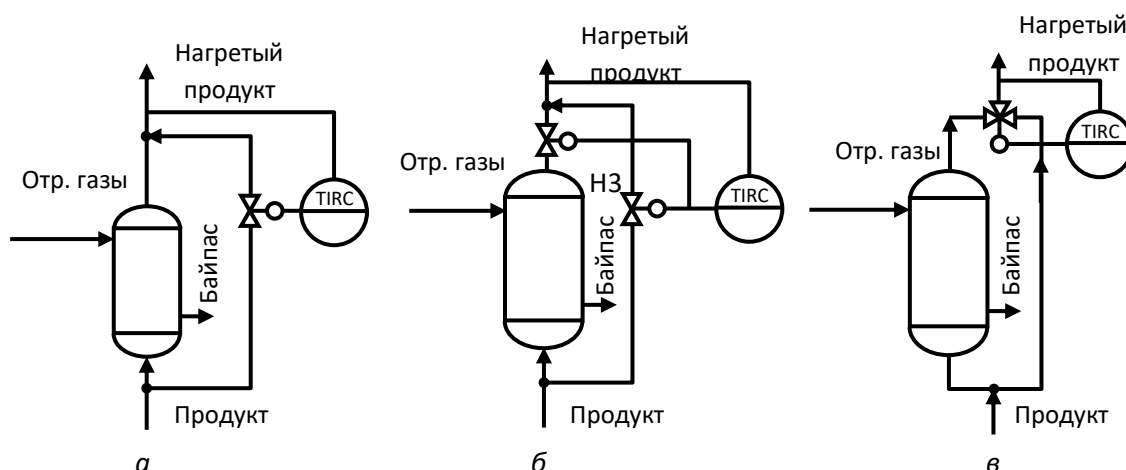


Рисунок 4 – Схема регулирования температуры изменением расхода продукта в байпасном трубопроводе: а) с помощью одного клапана; б) с помощью двух клапанов; в) с помощью трехходового клапана

Регулирование методом байпасирования улучшает динамическую характеристику системы, так как при этом из цепи регулирования исключается теплообменник.

В зависимости от возможных возмущающих воздействий, может быть принят один из вариантов схем регулирования, показанных на рис. 5. Стабилизирующие регуляторы расхода отработанных газов и расхода продукта ликвидируют возмущения до поступления их в систему.

Анализ котла-утилизатора как объекта управления, показал, что возмущения оказывающее наибольшее влияние на температуру пара на выходе котла возможно измерить – температура отработавших газов на входе в котел и температура питательной воды. Поэтому возможно предложить структурную схе-

му инвариантной САУ котла-утилизатора и в качестве вспомогательной регулируемой величины выбрать расхода отработавших газов.

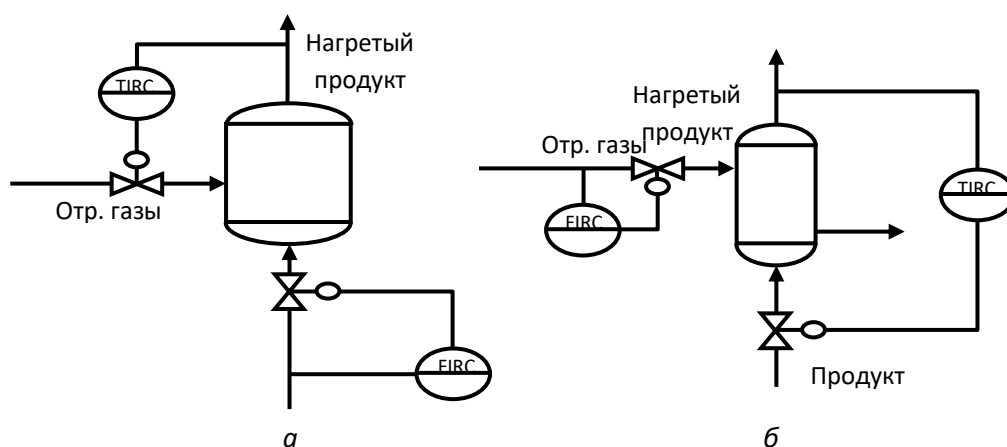


Рисунок 5 – Схемы: регулирования процесса нагревания:

а) со стабилизацией расхода продукта; б) с изменением расхода продукта в зависимости от конечной температуры продукта

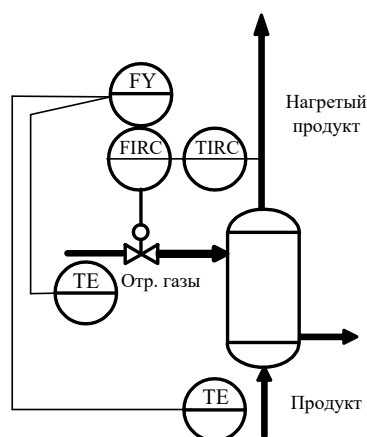


Рисунок 6 – Комбинированная двухконтурная САУ котла-утилизатора

Выводы. При разработке системы автоматического управления котлом-утилизатором применена концепция построения распределенных систем управления на базе современных промышленных протоколов связи с принципом управления по обратной связи.

Список литературы

1. Автоматизация котлоагрегатов БЭМ-25 на примере ПТК АСУТП парогазовой ТЭЦ [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.syst.ru/vnedren/bem_25.htm. – Дата доступа: 31.03.2018 г.
2. Блок управления котлом-утилизатором БУК-117 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://gidrotermal.ru/production/blok-upravleniya-kotlom-utilizatorom-buk-117>. – Дата доступа: 31.03.2018 г.
3. Газотурбинные и парогазовые установи тепловых электростанций [Text] : учеб. пособие / С. В. Цанев, В. Д. Буров, А. Н. Ремезов ; Под ред. С. В. Цанева. - 2-е изд., стер. - М. : Издат. дом МЭИ, 2006. - 579 с.
4. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. СПб.: Невский диалект, 2001. – 557 с.
5. Гудин Г.К., Гребен С.Ф., Сальгадо М.Э. Проектирование систем управления. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.

УДК 65.011.56

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ FUZZY-П (ПИ) УПРАВЛЕНИЯ ВМЕСТО FUZZY-ПИД В ЛАБОРАТОРНОЙ МУФЕЛЬНОЙ ПЕЧИ СНОЛ

В.А. Пшибис, студент ;
Н.В. Жукова, канд. тех. наук, доц.

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

Пшибис В.А., Жукова Н.В. Проведен анализ лабораторной муфельной печи СНОЛ как объект управления с точки зрения основных материальных потоков и их информационных переменных. Получено математическое описание САУ нагрева камеры печи и нагреваемого материала, в виде системы дифференциальных уравнений. Составлены схемы моделирования, которые позволили провести сравнительный анализ результатов. Анализ динамики показал, что Fuzzy-ПИ управление имеет примерно одинаковые с Fuzzy-ПИД показатели качества, а Fuzzy-П - неудовлетворительные.

Ключевые слова: лабораторная муфельная печь, математическая модель объекта управления, дифференциальные уравнения, регулятор с нечеткой логикой, сравнение показателей качества.

Pshibis V.A., Zhukova N.V. The analysis of laboratory muffle furnace SNOL as an object of control in terms of the main material flows and their information variables. A mathematical description of the ACS heating the furnace chamber and the heated material in the form of a system of differential equations. The modeling schemes which allowed to carry out the comparative analysis of results are made. The analysis of dynamics has shown that Fuzzy PI control has approximately the same Fuzzy-PID quality indicators, and Fuzzy-P - poor.

Keywords: laboratory muffle furnace, mathematical model of the control object, differential equations, fuzzy logic controller, comparison of quality indicators.

Постановка задачи. Лабораторная муфельная печь представляет собой детерминированный объект управления, поведение которого, в неизменяемых условиях можно предсказать достаточно точно. Но из-за широкого применения печи [1], могут возникать трудно прогнозируемые возмущения, которые отрицательно влияют на качество технологического процесса (ТП) и усложняют идентификацию объекта управления (ОУ). Разработанный Fuzzy-ПИД регулятор [2] полностью удовлетворяет потребности качества ТП, но он имеет достаточно сложную структуру. Поэтому исследование возможности применения регуляторов, основанных на нечеткой логике, но с более простой структурой является актуальной задачей.

Рассматриваемый объект (рис. 1) имеет один вход и один выход, явные постоянные возмущения отсутствуют, но возможны случайные, которые могут проявляться и изменяться в зависимости от условий и времени эксплуатации (изменение температуры окружающей среды, сопротивления нагревателя, из-за устаревания и т.д.).



Рисунок 1 – Схема муфельной печи, как объект управления

Математическое описание лабораторной муфельной печи может быть получено посредством системы дифференциальных уравнений. Применение системы дифференциальных уравнений позволяет получить реальное представление о физических процессах внутри камеры печи [1]. Каждое дифференциальное уравнение, входящее в систему, описывает свою часть объекта: нагрев печи θ_m и нагрев объекта внутри печи θ_o . Таким образом, математическая модель лабораторной муфельной печи:

$$\begin{cases} m_m C_m \frac{d\theta_m}{dt} = \frac{1}{m_m C_m} \left(\frac{U^2}{R_t} - S_m A_m h_m (\theta_m - \theta_o) - S_o \varepsilon \sigma (\theta_m^4 - \theta_o^4) \right) dt \\ \frac{d\theta_o}{dt} = \left(\frac{1}{m_o C_o} S_o \varepsilon \sigma (\theta_m^4 - \theta_o^4) \right) dt \end{cases} \quad (1)$$

где θ_m, θ_o – температура внутри печи и нагреваемого объекта, соответственно, $°C$;

R_t – сопротивление нагревателя при текущей температуре, Ом;

U – напряжение питания печи, В;

m_m – масса муфельной печи, 100 кг;

C_m – удельная теплоемкость огнеупорного материала, 800 Дж/(К*кг);

S_m – площадь поверхности печи, 0.625 м²;

A_m – коэффициент теплопередачи утеплителя, 0.6 Вт/(К*м²);

h_m – толщина огнеупорного материала, 0.15 м;

S_o – площадь поверхности нагреваемого объекта, 0.0302 м²;

ε – излучательная способность нагреваемого объекта, 1;

σ – постоянная Стефана-Больцмана, 5.67 * 10⁻⁸ Вт * м⁻² * К⁻⁴;

m_o – масса нагреваемого объекта, 0.4 кг;

C_o – удельная теплоемкость нагреваемого объекта, 444 Дж/(К*кг).

Дополнительно введено соотношение изменения сопротивления нагревателя, в зависимости от текущей температуры в камере печи:

$$R_t = R_o * (1 + \alpha t), \quad (2)$$

где R_o – сопротивление нагревателя при н/у, 10.76 Ом;
 α – температурный коэффициент нагревателя, $0.25 * 10^{-3} * K^{-1}$;
 t – значение температуры печи в конкретный момент времени, °C.

Методика решения задачи. Рассмотрим структурную схему САУ (рис. 2). Система состоит из одного контура и основывается на принципе управления по отклонению сигналов задания и обратной связи. В систему входят: объект управления, исполнительное устройство, регулятор и датчик с измерительным усилителем.

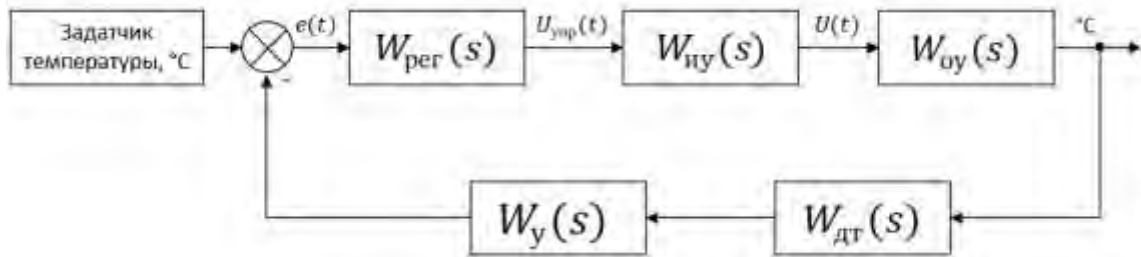


Рисунок 2 – Структурная схема САУ температуры

САУ основывается на разработанном Fuzzy-ПИД регуляторе [2]. Особенность его в том, что отсутствует необходимость иметь информацию об объекте [3].

Fuzzy система построена на основе системы типа Мамдани, с дефазификацией согласно методу центра тяжести.

Для проведения сравнительного исследования, используется схема (рис. 3), в которой ведется учет 4 параметров.

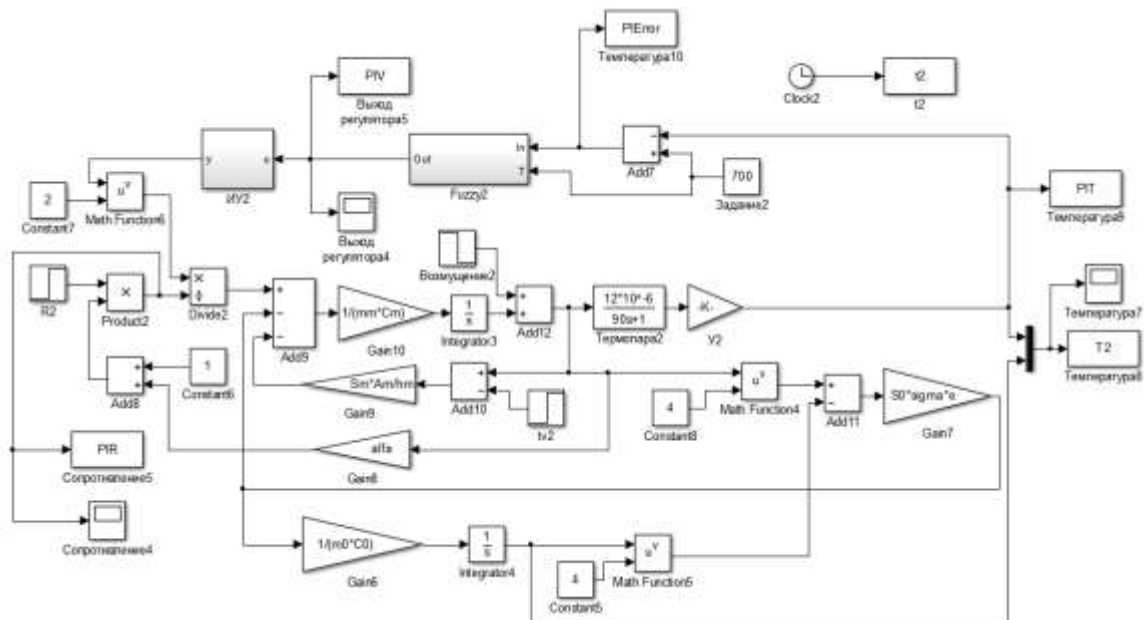


Рисунок 3 – Схема моделирования САУ муфельной печи в Simulink

В качестве сравниваемых регуляторов выбраны ранее разработанный Fuzzy-ПИД [2] и Fuzzy-П (ПИ) регуляторы (рис. 4).

Особенностью Fuzzy-П (ПИ) регулятора является возможность выбора режима работы П или ПИ. Данный регулятор имеет классическое исполнение

нечеткой логики, так как в основе лежат 5 входных и 5 выходных треугольных функций принадлежности (25 правил), равномерно распределенных на промежутках $[-1;1]$, $[0;1]$ для входных и выходной переменных, соответственно.

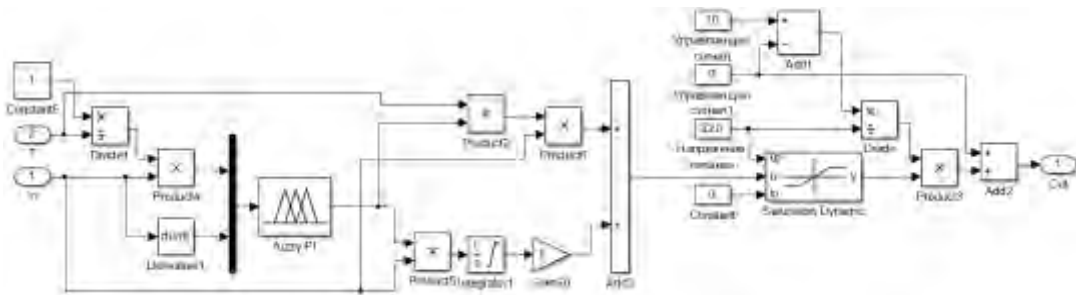
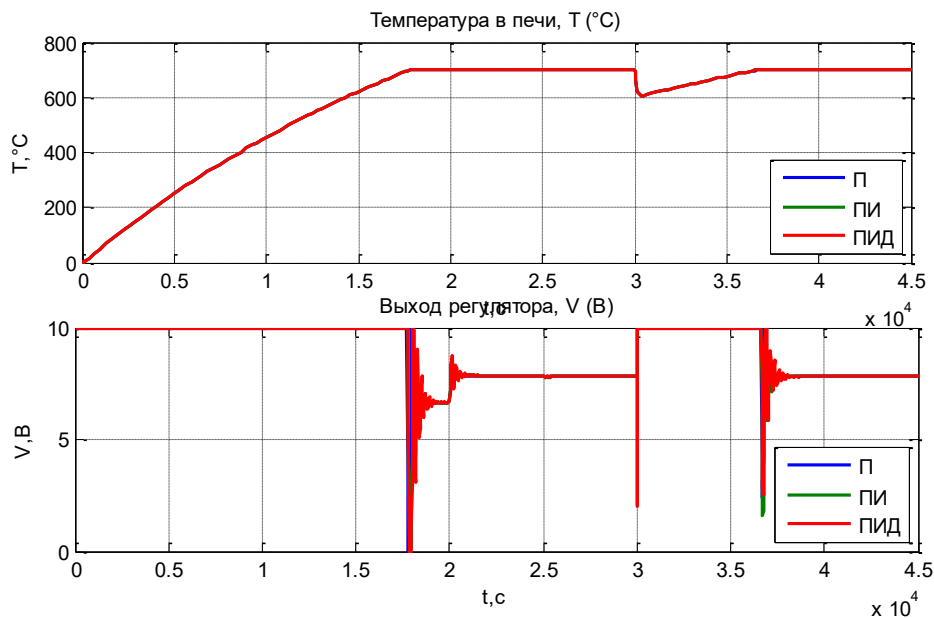


Рисунок 4 - Схема Fuzzy-П (ПИ) регулятора в Simulink

Порядок проведения моделирования, для анализа динамики, следующий. Изначально задаваемая температура составляет 700°C . После выхода на рабочий режим, на 20000 с. вводится изменение сопротивления нагревателя, в следствии устаревания элементов печи. На 25000 с. вводится возмущение, в виде повышения температуры окружающей среды на 10°C . На 30000 с. вводится большое невозможное возмущение, в виде падения температуры на 100°C . Для Fuzzy-ПИД регулятора введены ограничения изменения ПИД составляющих: $K_p = [1;500]$, $K_d = [0;50]$, а для Fuzzy-П (ПИ) – отсутствуют.

После проведения моделирования получены переходные характеристики (рис. 5) изменения температуры в камере печи, управляющего сигнала регулятора и сопротивления нагревателя.



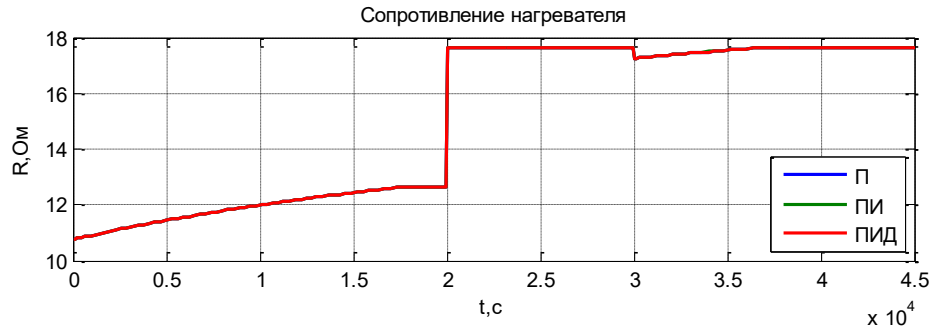


Рисунок 5 - Переходные характеристики САУ температуры

Исходя из графиков (рис. 5) все регуляторы обеспечивают компенсацию возмущений, различной силы и производят нагрев до установленной температуры с одинаковой скоростью. Из-за невозможности точного определения показателей качества (по рис. 5), проведено масштабирование участков переходной характеристики изменения температуры в печи (рис. 6). Как наиболее наглядные, выбраны участки установления температуры после процесса нагрева и компенсации невозможного возмущения.

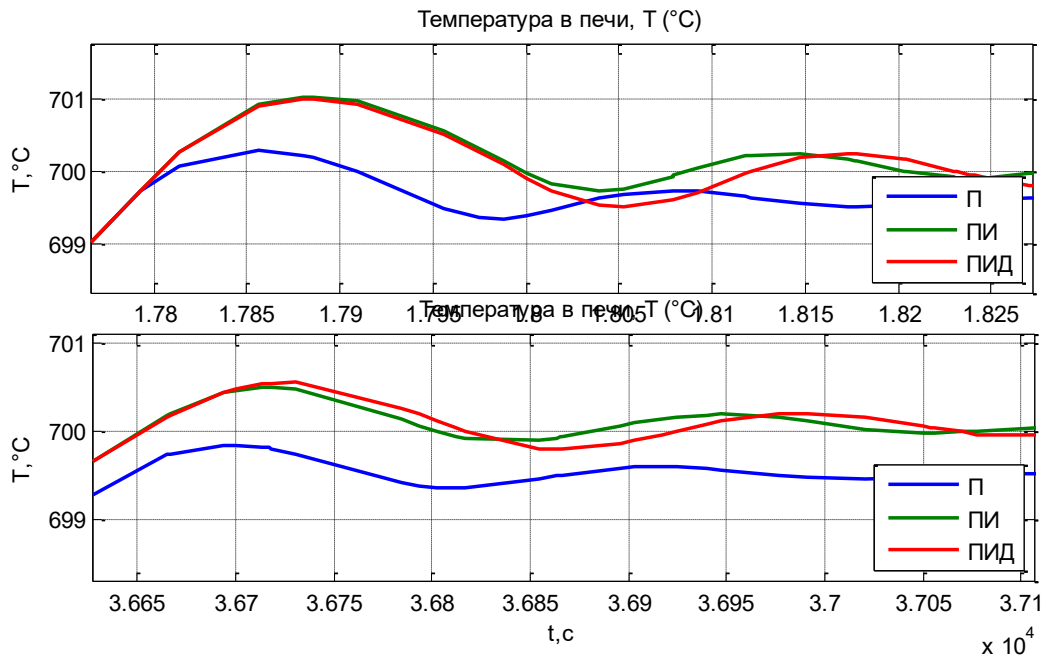


Рисунок 6 - Переходные характеристики САУ температуры

Исходя из рис. 6 видно, что ПИ и ПИД регуляторы имеют ошибку регулирования $\varepsilon_{\text{пид,пи}} \approx 0^\circ\text{C}$, а $\varepsilon_{\text{п}} \approx 0,5^\circ\text{C}$. Перерегулирование: $\sigma_{\text{пид,пи}} \approx 0,14\%$, $\sigma_{\text{п}} \approx 0,1\%$. Для определения времени регулирования, считаем время вхождения в зону $\pm 1^\circ\text{C}$. Для всех регуляторов время регулирования $t_p = 17750 \text{ с}$. Делаем вывод, что у ПИ и ПИД регуляторов примерно одинаковые показатели качества. Как видно из рис. 6, показатели качества двух участков имеют различные значения. Это связано с введенными, в процессе моделирования возмущениями, которые изменили поведение ОУ.

Проведем масштабирование участка переходной характеристики температуры, участка изменения сопротивления нагревателя (рис. 7).

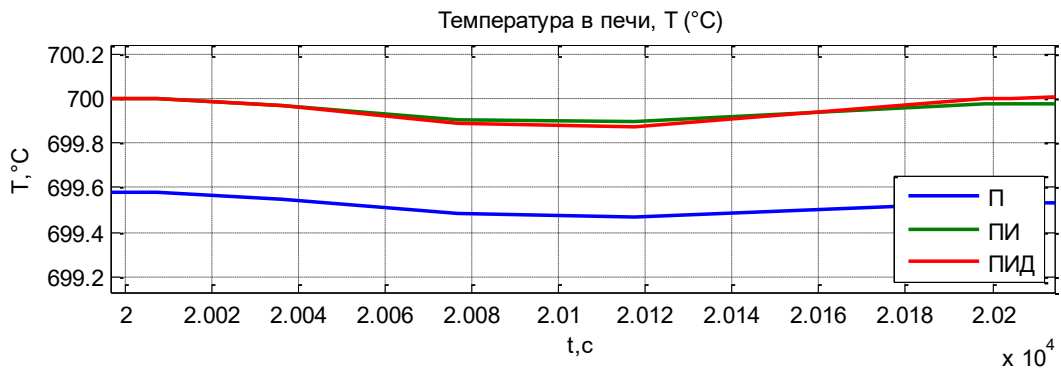


Рисунок 7 - Переходные характеристики САУ температуры

Судя по переходной характеристике (рис. 7), все три регулятора имеют примерно одинаковую динамику компенсации возмущений и падение температуры в камере печи составляет **0,1°C**.

Для оценки точности регуляторов, построена переходная характеристика изменения ошибки регулирования и проведено масштабирование конечного участка (рис. 8). Исходя из графика (рис. 8) видно, что у всех регуляторов ненулевая установившаяся ошибка регулирования, но у Fuzzy-П она имеет слишком большое отклонение от остальных.

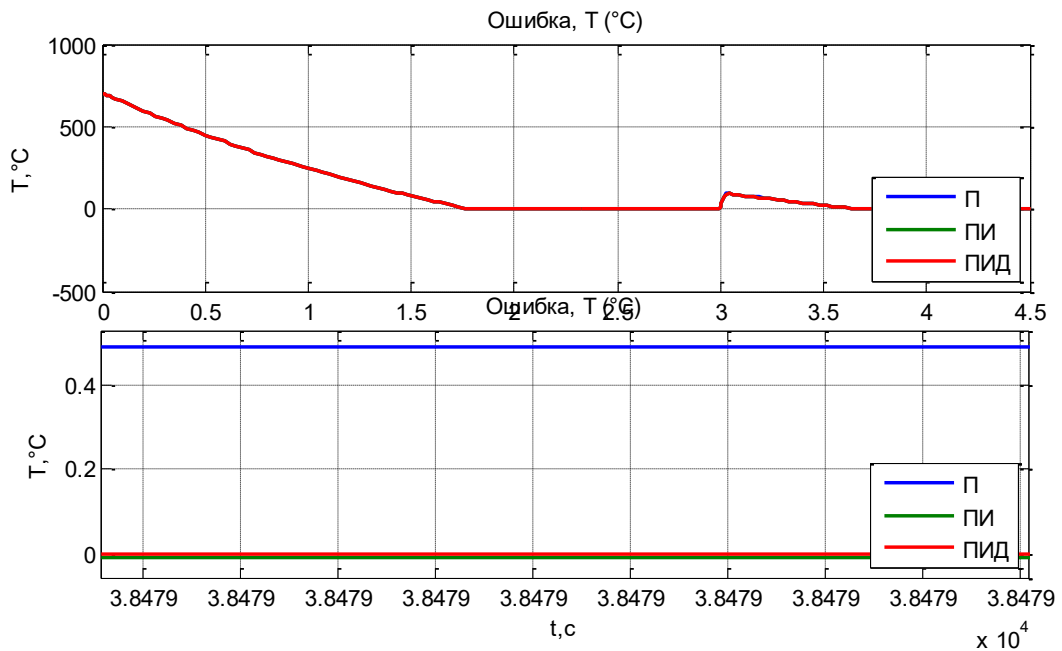


Рисунок 8 – Переходные характеристики ошибки регулирования

Выводы. Анализируя полученные результаты сравнения трех регуляторов, построенных на нечеткой логике, можно сделать вывод, что ПИД и ПИ регуляторы имеют практически одинаковые результаты, а П – неудовлетворительную ошибку регулирования. Таким образом, Fuzzy-ПИ регулятор вполне может заменить Fuzzy-ПИД регулятор в САУ нагрева лабораторной муфельной печи СНОЛ.

Список литературы

1. Арутюнов В.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей / В.А. Арутюнов, В.В. Бухмиров, С.А. Крупенников. – М.: Металлургия, 1990. – 239 с.
2. Пшибис, В.А. Моделирование системы автоматического управления процессом нагрева лабораторной муфельной печи на базе нечеткой логики / В.А. Пшибис, Н.В. Жукова // XX Международная молодежная научная конференция Севергеоэкотех-2019: материалы конференции, 21–23 марта 2019 г. – *находится в публикации*
3. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия-Телком, 2007. – 284 с.

УДК 65.011.56

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ FUZZY-П (ПИ) УПРАВЛЕНИЯ ВМЕСТО FUZZY-ПИД В ЛАБОРАТОРНОЙ МУФЕЛЬНОЙ ПЕЧИ СНОЛ

В.А. Пшибис, студент ;
Н.В. Жукова, канд. тех. наук, доц.

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

Пшибис В.А., Жукова Н.В. Проведен анализ лабораторной муфельной печи СНОЛ как объект управления с точки зрения основных материальных потоков и их информационных переменных. Получено математическое описание САУ нагрева камеры печи и нагреваемого материала, в виде системы дифференциальных уравнений. Составлены схемы моделирования, которые позволили провести сравнительный анализ результатов. Анализ динамики показал, что Fuzzy-ПИ управление имеет примерно одинаковые с Fuzzy-ПИД показатели качества, а Fuzzy-П - неудовлетворительные.

Ключевые слова: лабораторная муфельная печь, математическая модель объекта управления, дифференциальные уравнения, регулятор с нечеткой логикой, сравнение показателей качества.

Pshibis V.A., Zhukova N.V. The analysis of laboratory muffle furnace SNOL as an object of control in terms of the main material flows and their information variables. A mathematical description of the ACS heating the furnace chamber and the heated material in the form of a system of differential equations. The modeling schemes which allowed to carry out the comparative analysis of results are made. The analysis of dynamics has shown that Fuzzy PI control has approximately the same Fuzzy-PID quality indicators, and Fuzzy-P - poor.

Keywords: laboratory muffle furnace, mathematical model of the control object, differential equations, fuzzy logic controller, comparison of quality indicators.

Постановка задачи. Лабораторная муфельная печь представляет собой детерминированный объект управления, поведение которого, в неизменяемых условиях можно предсказать достаточно точно. Но из-за широкого применения печи [1], могут возникать трудно прогнозируемые возмущения, которые отрицательно влияют на качество технологического процесса (ТП) и усложняют идентификацию объекта управления (ОУ). Разработанный Fuzzy-ПИД регулятор [2] полностью удовлетворяет потребности качества ТП, но он имеет достаточно сложную структуру. Поэтому исследование возможности применения регуляторов, основанных на нечеткой логике, но с более простой структурой является актуальной задачей.

Рассматриваемый объект (рис. 1) имеет один вход и один выход, явные постоянные возмущения отсутствуют, но возможны случайные, которые могут проявляться и изменяться в зависимости от условий и времени эксплуатации (изменение температуры окружающей среды, сопротивления нагревателя, из-за устаревания и т.д.).



Рисунок 1 – Схема муфельной печи, как объект управления

Математическое описание лабораторной муфельной печи может быть получено посредством системы дифференциальных уравнений. Применение системы дифференциальных уравнений позволяет получить реальное представление о физических процессах внутри камеры печи [1]. Каждое дифференциальное уравнение, входящее в систему, описывает свою часть объекта: нагрев печи θ_m и нагрев объекта внутри печи θ_o . Таким образом, математическая модель лабораторной муфельной печи:

$$\begin{cases} m_m C_m \frac{d\theta_m}{dt} = \frac{1}{m_m C_m} \left(\frac{U^2}{R_t} - S_m A_m h_m (\theta_m - \theta_o) - S_o \varepsilon \sigma (\theta_m^4 - \theta_o^4) \right) dt \\ \frac{d\theta_o}{dt} = \left(\frac{1}{m_o C_o} S_o \varepsilon \sigma (\theta_m^4 - \theta_o^4) \right) dt \end{cases}, \quad (1)$$

где θ_m , θ_o – температура внутри печи и нагреваемого объекта, соответственно, °C;

R_t – сопротивление нагревателя при текущей температуре, Ом;

U – напряжение питания печи, В;

m_m – масса муфельной печи, 100 кг;

C_m – удельная теплоемкость огнеупорного материала, 800 Дж/(К*кг);

S_m – площадь поверхности печи, 0.625 м²;

A_m – коэффициент теплопередачи утеплителя, 0.6 Вт/(К*м²);

h_m – толщина огнеупорного материала, 0.15 м;

S_o – площадь поверхности нагреваемого объекта, 0.0302 м²;

ε – излучательная способность нагреваемого объекта, 1;

σ – постоянная Стефана-Больцмана, 5.67 * 10⁻⁸ Вт * м⁻² * К⁻⁴;

m_o – масса нагреваемого объекта, 0.4 кг;

C_o – удельная теплоемкость нагреваемого объекта, 444 Дж/(К*кг).

Дополнительно введено соотношение изменения сопротивления нагревателя, в зависимости от текущей температуры в камере печи:

$$R_t = R_o * (1 + \alpha t), \quad (2)$$

где R_o – сопротивление нагревателя при н/у, 10.76 Ом;
 α – температурный коэффициент нагревателя, $0.25 * 10^{-3} * K^{-1}$;
 t – значение температуры печи в конкретный момент времени, °C.

Методика решения задачи. Рассмотрим структурную схему САУ (рис. 2). Система состоит из одного контура и основывается на принципе управления по отклонению сигналов задания и обратной связи. В систему входят: объект управления, исполнительное устройство, регулятор и датчик с измерительным усилителем.

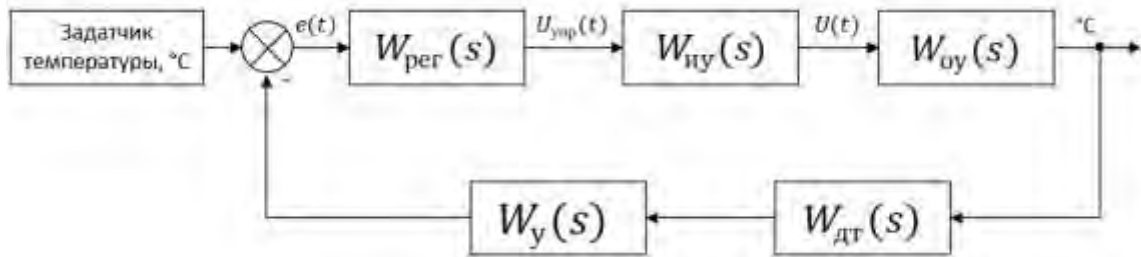


Рисунок 2 – Структурная схема САУ температуры

САУ основывается на разработанном Fuzzy-ПИД регуляторе [2]. Особенность его в том, что отсутствует необходимость иметь информацию об объекте [3].

Fuzzy система построена на основе системы типа Мамдани, с дефазификацией согласно методу центра тяжести.

Для проведения сравнительного исследования, используется схема (рис. 3), в которой ведется учет 4 параметров.

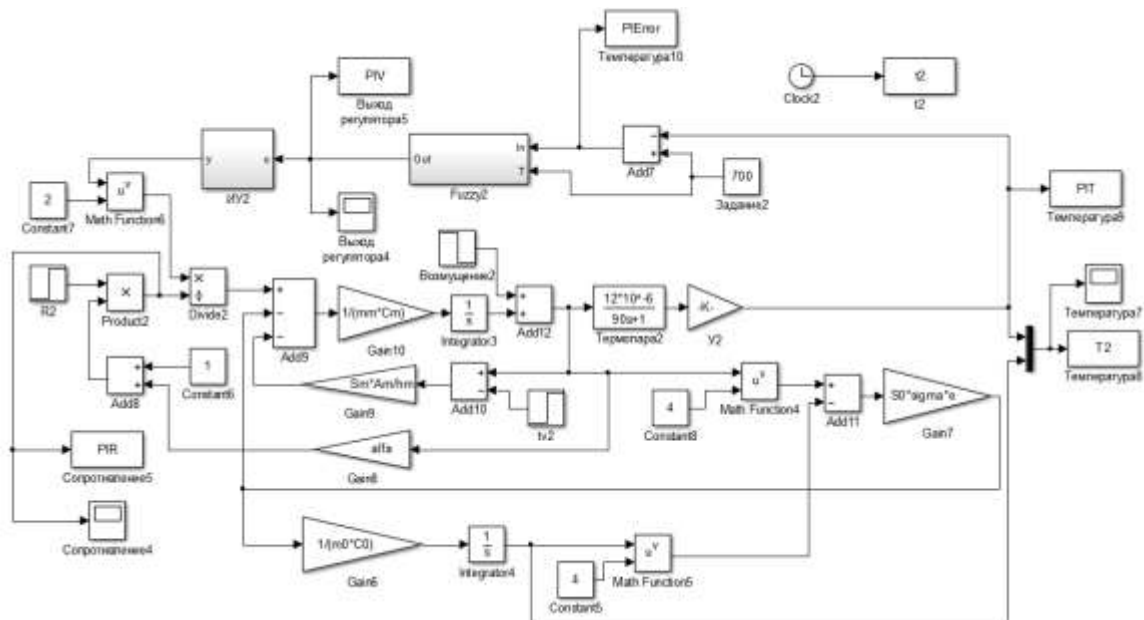


Рисунок 3 – Схема моделирования САУ муфельной печи в Simulink

В качестве сравниваемых регуляторов выбраны ранее разработанный Fuzzy-ПИД [2] и Fuzzy-П (ПИ) регуляторы (рис. 4).

Особенностью Fuzzy-П (ПИ) регулятора является возможность выбора режима работы П или ПИ. Данный регулятор имеет классическое исполнение

нечеткой логики, так как в основе лежат 5 входных и 5 выходных треугольных функций принадлежности (25 правил), равномерно распределенных на промежутках $[-1;1]$, $[0;1]$ для входных и выходной переменных, соответственно.

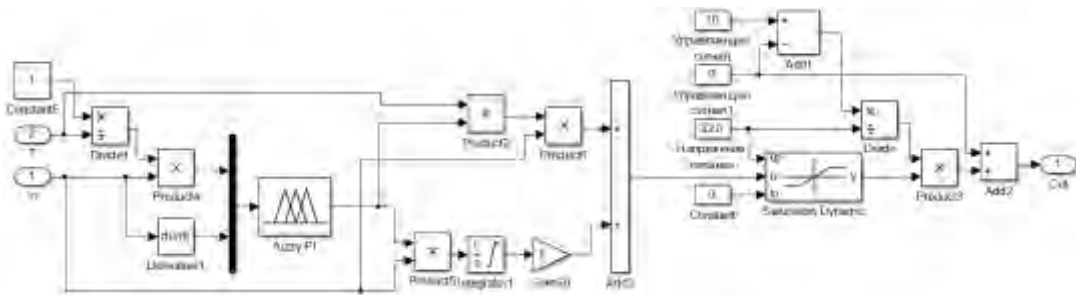
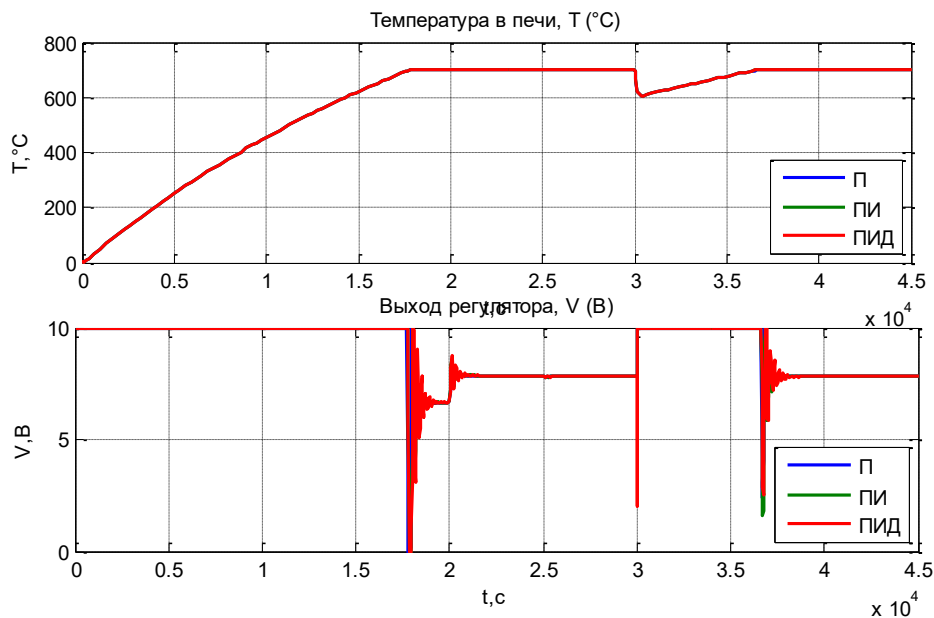


Рисунок 4 - Схема Fuzzy-П (ПИ) регулятора в Simulink

Порядок проведения моделирования, для анализа динамики, следующий. Изначально задаваемая температура составляет 700°C . После выхода на рабочий режим, на 20000 с. вводится изменение сопротивления нагревателя, в следствии устаревания элементов печи. На 25000 с. вводится возмущение, в виде повышения температуры окружающей среды на 10°C . На 30000 с. вводится большое невозможное возмущение, в виде падения температуры на 100°C . Для Fuzzy-ПИД регулятора введены ограничения изменения ПИД составляющих: $K_p = [1; 500]$, $K_d = [0; 50]$, а для Fuzzy-П (ПИ) – отсутствуют.

После проведения моделирования получены переходные характеристики (рис. 5) изменения температуры в камере печи, управляющего сигнала регулятора и сопротивления нагревателя.



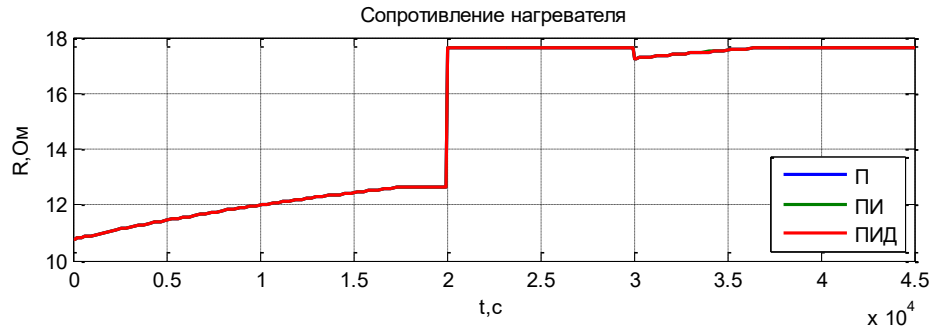


Рисунок 5 - Переходные характеристики САУ температуры

Исходя из графиков (рис. 5) все регуляторы обеспечивают компенсацию возмущений, различной силы и производят нагрев до установленной температуры с одинаковой скоростью. Из-за невозможности точного определения показателей качество (по рис. 5), проведено масштабирование участков переходной характеристики изменения температуры в печи (рис. 6). Как наиболее наглядные, выбраны участки установления температуры после процесса нагрева и компенсации невозможного возмущения.

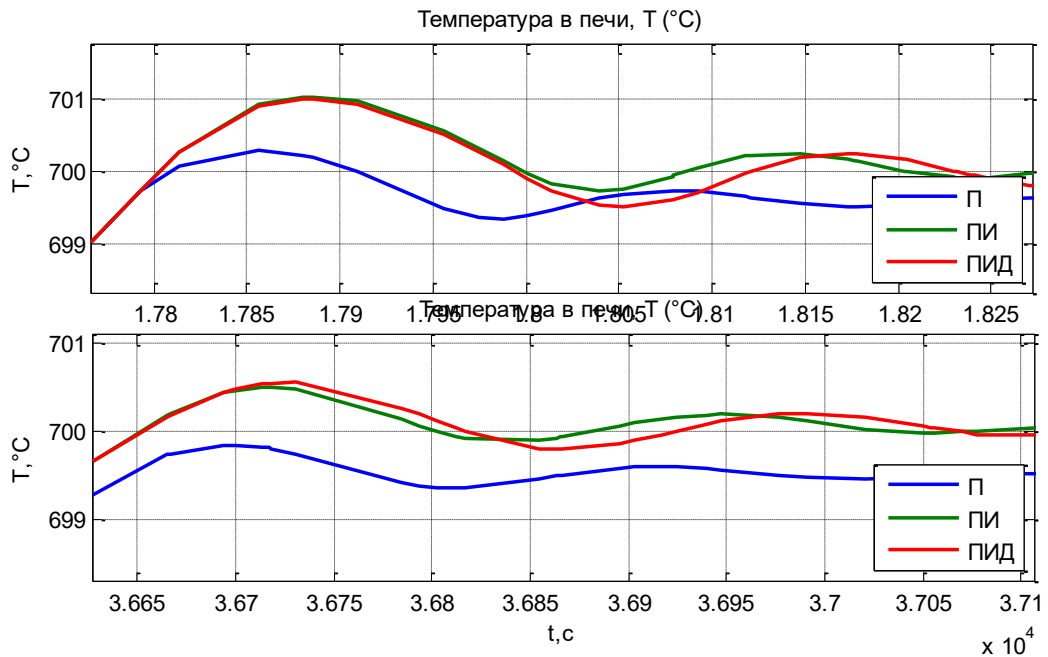


Рисунок 6 - Переходные характеристики САУ температуры

Исходя из рис. 6 видно, что ПИ и ПИД регуляторы имеют ошибку регулирования $\varepsilon_{\text{пид,пи}} \approx 0^\circ\text{C}$, а $\varepsilon_{\text{п}} \approx 0,5^\circ\text{C}$. Перерегулирование: $\sigma_{\text{пид,пи}} \approx 0,14\%$, $\sigma_{\text{п}} \approx 0,1\%$. Для определения времени регулирования, считаем время вхождения в зону $\pm 1^\circ\text{C}$. Для всех регуляторов время регулирования $t_p = 17750 \text{ c}$. Делаем вывод, что у ПИ и ПИД регуляторов примерно одинаковые показатели качества. Как видно из рис. 6, показатели качества двух участков имеют различные значения. Это связано с введенными, в процессе моделирования возмущениями, которые изменили поведение ОУ.

Проведем масштабирование участка переходной характеристики температуры, участка изменения сопротивления нагревателя (рис. 7).

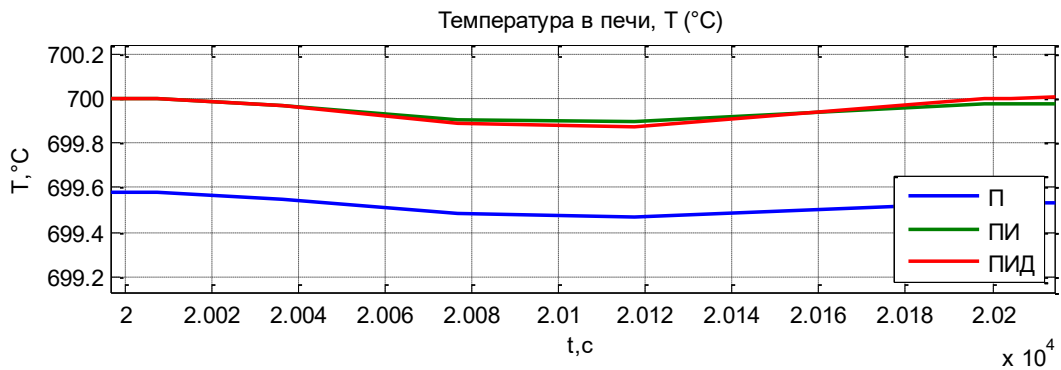


Рисунок 7 - Переходные характеристики САУ температуры

Судя по переходной характеристике (рис. 7), все три регулятора имеют примерно одинаковую динамику компенсации возмущений и падение температуры в камере печи составляет **0,1°C**.

Для оценки точности регуляторов, построена переходная характеристика изменения ошибки регулирования и проведено масштабирование конечного участка (рис. 8). Исходя из графика (рис. 8) видно, что у всех регуляторов ненулевая установившаяся ошибка регулирования, но у Fuzzy-П она имеет слишком большое отклонение от остальных.

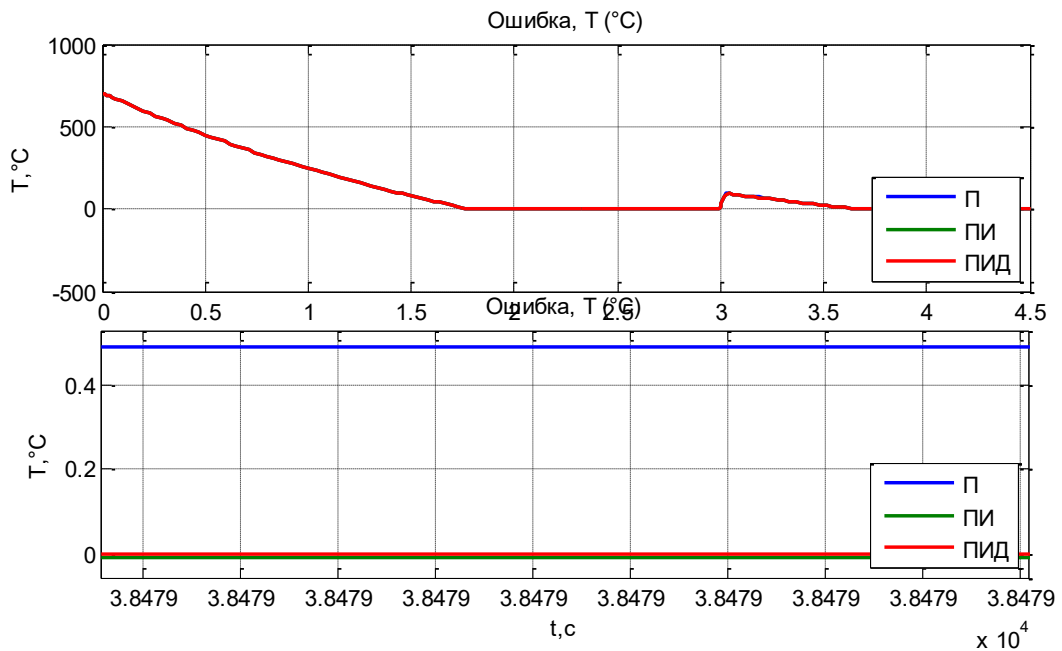


Рисунок 8 – Переходные характеристики ошибки регулирования

Выводы. Анализируя полученные результаты сравнения трех регуляторов, построенных на нечеткой логике, можно сделать вывод, что ПИД и ПИ регуляторы имеют практически одинаковые результаты, а П – неудовлетворительную ошибку регулирования. Таким образом, Fuzzy-ПИ регулятор вполне может заменить Fuzzy-ПИД регулятор в САУ нагрева лабораторной муфельной печи СНОЛ.

Список литературы

1. Арутюнов В.А. Математическое моделирование тепловой работы промышленных печей / В.А. Арутюнов, В.В. Бухмиров, С.А. Крупенников. – М.: Металлургия, 1990. – 239 с.
2. Пшибис, В.А. Моделирование системы автоматического управления процессом нагрева лабораторной муфельной печи на базе нечеткой логики / В.А. Пшибис, Н.В. Жукова // XX Международная молодежная научная конференция Севергеоэкотех-2019: материалы конференции, 21–23 марта 2019 г. – *находится в публикации*
3. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия-Телком, 2007. – 284 с.

УДК 330. 342

**ОСОБЕННОСТИ СТРАТЕГИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДОНБАССА**

**Н.В. Рудава учитель информатики и экономики, к.э.н.
А.Д. Азеева учащаяся 10-Б класса**

Муниципальное общеобразовательное учреждение г. Горловки «Школа № 12 с углубленным изучением отдельных предметов», г. Горловка, ДНР

Рудава Н.В., Азеева А.Д. В статье рассмотрены основные направления разработки стратегии инновационного развития экономической системы Донбасса. Авторами предложены ключевые методические рекомендации, которые направлены на формирование условий для эффективного использования промышленного потенциала Республики.

Ключевые слова: стратегия инновационного развития, промышленный потенциал, экономическая система Донбасса.

Rudavka N.V., Azeeva A.D. The purpose of article consider basis refer formulation strategy of innovative developed economies system Donbas. Authors proposes important methodical recommendations promote effective utilization of industrial potential of Republic.

Key words: strategy of innovative developed, industrial potential, economies system Donbas.

Введение. В современных условиях хозяйствования развитие экономической системы Донбасса определяется условиями перехода на качественно новую траекторию функционирования. Это предусматривает активизацию фундаментальных и прикладных научных исследований, проектно- конструкторских и технологических работ, которые способствуют решению социально-экономических проблем и эффективному формированию инновационного потенциала Республики.

Решение этих проблем зависит от поступательной интеграции с экономической системой Российской Федерации, что позволяет учитывать условия для обеспечения сбалансированного воспроизводства промышленно-экономического потенциала и развитие конкурентоспособных преимуществ действующих субъектов хозяйствования.

Концептуальные положения перехода к инновационной модели хозяйствования изучались в научных трудах как отечественных, так и зарубежных ученых, среди которых можно выделить В. Амитана, Е. Пономарева, А. Божечкова, А. Кнобелья, В. Бывшева, Д. Чистова, М. Михалева, И. Грачева, С. Некрасова, О. Патоша, В. Марковой [1-5]. Научные

исследования ученых внесли значительный вклад в разработку теоретических основ формирования концепций инновационного развития с учетом возможностей диверсификации деятельности экономики.

Цель исследования. Целью статьи является разработка научно-методических рекомендаций в сфере формирования стратегии инновационного развития экономики Донбасса.

Результаты исследования. Конкурентные преимущества экономической системы зависят от условий рационального воспроизводства социального, природно-ресурсного и промышленно-экономического потенциалов, обеспечивающих уровни эффективного взаимодействия между всеми субъектами хозяйствования. Современные реалии требуют не просто усовершенствование экономической сферы деятельности, а прежде всего воссоздания нарушенных пропорций общественного воспроизводства на качественно новой основе. Это объективное обстоятельство вызывает необходимость поэтапного осуществления инновационных преобразований.

Поэтому, для создания определенной структурированной системы необходимы четко обозначенные ступени развития. При этом следует учитывать, что процессы преобразований, характерные для каждой новой ступени, происходят на той материальной базе, которая была создана на основе предыдущей. Фундаментальной составляющей материальной базы Донбасса, является деятельность традиционных отраслей и на начальной стадии инновационных преобразований, именно они будут определять дальнейшие направления развития (таблица 1).

Таблица 1. Основные направления инновационных преобразований в отраслевом срезе

| Характеристика отраслей | Отрасли экономики | Возможности для инновационной деятельности |
|--|--|--|
| Традиционные отрасли | угольная промышленность, машиностроение, металлургия, энергетика | обеспечение устойчивых темпов роста промышленного производства и снижение производственных затрат за счет внедрения диверсифицированных технологий |
| Отрасли промышленности интенсивного типа | производство продуктов питания | создание новых товаров и предоставление современных услуг |
| Отрасли информационного типа | образование и медицинский сектор, проектные фирмы, банковские услуги | информатизация и развитие экономической деятельности на основе внедрения инновационных технологий, систем электронной коммерции |

Поэтому формирования стратегии инновационного развития экономической системы целесообразно реализовать в три этапа, которые отражены на рисунке 1.

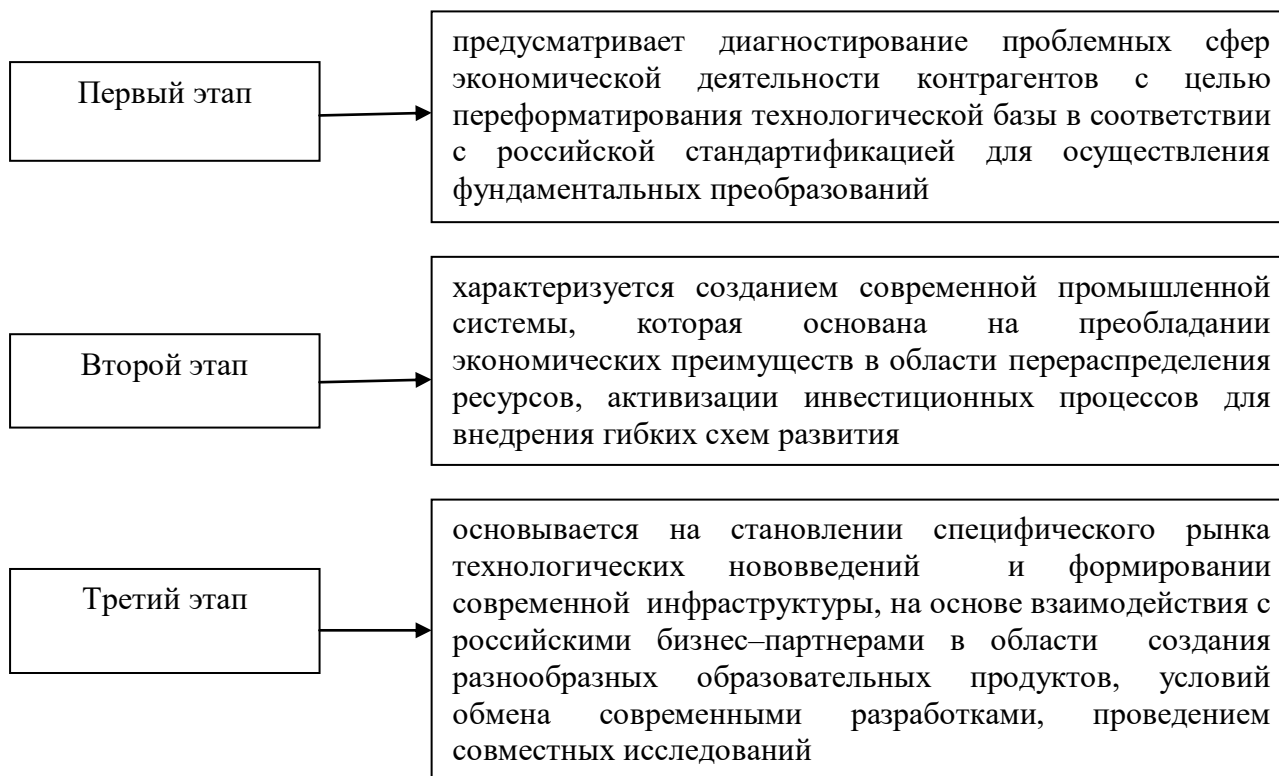


Рисунок 1. Этапы формирования стратегии инновационного развития экономики.

Ведущей составляющей стратегии инновационного развития является формирование многоступенчатых диверсифицированных структур на базе межотраслевой кооперации, объединяющие промышленные, перерабатывающие предприятия, научно-исследовательские совместные центры, финансовые группы.

Именно расширение научно-промышленных связей способствует быстрой апробации фундаментальных научных разработок за счет использования промышленно-экономического потенциала Республики. Эти процессы являются логическим способом создания благоприятной среды для коммерческого использования научных результатов и исследований. Так взаимосвязанные и взаимодополняющие структуры смогут поддерживать общие действия между всеми звеньями цепи «наука – производство – рынок» и обеспечивать условия для эффективного развития.

Исходя из этого, общая консолидация совместных объединений предусматривают выход на качественно новый уровень функционирования экономической системы и расширение возможностей для инновационного и промышленного роста (таблица 2).

Таблица 2. Характерные экономические преимущества инновационных преобразований

| Индикаторы экономического развития | Сущностная характеристика |
|---|--|
| улучшение рыночной среды | эффективная трансформация и распространение новых знаний и инноваций на базе создания коммерческих бизнес-структур |
| развитие инфраструктуры | формирование специализированных современных бизнес-единиц, способствующих преобразованию промышленной и перерабатывающей сферы |
| стабилизация социальной сферы | насыщение потребительского рынка товарами отечественных производителей за счет усовершенствования, медицинского обслуживания, охраны здоровья, образования |
| активизация промышленного развития | создание новых коммуникационных систем управления промышленностью и материально-техническим обеспечением |
| интенсификация и рациональное использование ресурсного потенциала | формирование динамических точек роста, обеспечивающих развитие взаимосвязанных секторов экономики |

Поэтому ключевыми элементами концепции развития экономической системы Донбасса является создание единого инвестиционно-промышленного цикла, обеспечивающего процессы воспроизводства и наращивание темпов роста по всем сферам деятельности.

Вывод. Таким образом, воспроизводство промышленного потенциала зависит от возможностей реализации инновационной стратегии, которая направлена на усовершенствование технологических систем, что связаны с внедрением гибких схем развития для адаптации субъектов хозяйствования к сложившимся реалиям.

Список литературы

1. Амитан В.Н. “Региональный аспект экономической безопасности государства”. // В Сборнике научных трудов – “Регион, город, предприятие в условиях переходной экономики”. 2000 год. 345 с. Стр. 9–14.
2. Е. А. Пономарева, А. В. Божечкова, А. Ю. Кнобель. Факторы экономического роста: научно-технический прогресс/Под ред. Е. А. Пономаревой. М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2012. 186 с.
3. В. А. Бывшев, Д. В. Чистов, М. Ю. Михалева. Исследование влияния научно-технической информации на темп прироста ВВП Российской Федерации//Вестник Финансового университета. 2012. № 1. С. 49-56.
4. И. Д. Грачев, С. А. Некрасов, О. И. Патоша. Модель смешанной экономики: дальнейшее развитие//Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2014. № 31 (217). С. 14-25.
5. В. Д. Маркова Проблемы развития инфраструктуры поддержки инновационной деятельности//Инновации. 2016. № 3. С. 39-41.

ПРОЕКТНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ВОПРОСА СТАРЕЮЩЕГО ЛИФТОВОГО ПАРКА ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНЫХ УСЛУГ

**Д.А. Левина, магистрант
Е.Н. Вишневецкая, к.э.н., доцент, зав. кафедрой**

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Левина Д.А., Вишневецкая Е.Н. Современные принципы управления требуют коллективных подходов к выполнению поставленных задач, стоящих как перед организациями, так и государством. Одним из эффективных и передовых принципов управления в мировой практике на сегодняшний день является – управление проектами [3]. Этот формат решения задач удобен для любого масштаба целей – как для стратегических, так и для точечных инициатив. Целью статьи является исследование проблем по модернизации лифтов, как основных фондов в высотных многоквартирных жилых домах, в условиях отсутствия многоуровневого бюджетного финансирования в Донецкой Народной Республике (ДНР). Выполненный анализ показал, что применение проектного подхода к выполнению поэтапной модернизации лифтового хозяйства ДНР является наиболее приемлемым подходом к решению затронутой проблематики.

Ключевые слова: лифт, жилищно-коммунальные услуги, модернизация, государственное управление.

Levina D.A., Vishnevskaya E.N. Modern management principles require collective approaches to the implementation of the tasks facing both organizations and the state. One of the effective and advanced principles of management in world practice today is project management. This format for solving problems is convenient for any scale of goals - both for strategic and for point initiatives. The purpose of the article is to study the problems of upgrading elevators as fixed assets in high-rise apartment buildings, in the absence of multi-level budget financing in the Donetsk People's Republic (DPR). The analysis showed that the application of the project approach to the phased modernization of the elevator economy of the DPR is the most acceptable approach to solving the problems raised.

Key words: elevator, housing and communal services, modernization, public administration.

Вопросы реиндустриализации и необходимости развития экономики Донецкой Народной Республики в русле инновационности неоднократно поднимаются на повестку дня в последние годы на проводимых форумах и конференциях, освещаются в статьях и монографиях [2]. В связи с чем

первоочередное значение приобретают вопросы организационного, правового и финансового обеспечения процессов модернизации оборудования, обновления основных производственных фондов и инфраструктурных объектов в Республике.

На сегодняшний день администрации городов ДНР стоят перед комплексной проблемой обвального старения лифтового хозяйства и невозможности его восстановления и обеспечения бесперебойной и безопасной эксплуатации только за счет текущих расходов. Наличие критической массы непригодных к эксплуатации лифтов требует постоянного отвлечения трудовых и финансовых ресурсов на поддержание их работоспособности в ущерб планово-предупредительному ремонту и обслуживанию всего лифтового хозяйства. Что в свою очередь влечет резкое снижение эффективности эксплуатации лифтового хозяйства по Республике и качества обслуживания пользователей.

Немаловажной задачей государственного и муниципального управления является обновление стареющих галопирующими темпами основных фондов, которые из года в год уменьшают свою балансовую стоимость. Так, в Донецкой Народной Республике насчитывается 25 447 многоквартирных жилых домов, из них – 2 388 домов оборудованы лифтами [4]. Совершенно необходимо, чтобы работа лифтов была надежной и безопасной.

Лифты, отработавшие нормативный срок службы (расчётный ресурс эксплуатации), подлежат выводу из эксплуатации, до проведения им экспертизы промышленной безопасности. Так, в соответствии с ГОСТом 22011-95 назначенный срок службы эксплуатации лифта составляет 25 лет [1]. После 25 лет эксплуатации проводится обследование лифта для определения возможности его дальнейшей эксплуатации. Учитывая, что основная масса домов повышенной этажности построена в Донецкой Народной Республики в 1970 - 1980 годы, 2019 - 2022 годы будут годами резкого увеличения числа лифтов с отработанным нормативным сроком эксплуатации. Как показала практика, выполнение капитальных выборочных ремонтов лифтов ведёт к неэффективному использованию ресурсов и недлительному продлению срока их эксплуатации (в основном 3-4 года), при значительных вложениях в ремонт основного оборудования.

В связи с этим целью статьи является развитие проектного подхода к решению вопроса стареющего лифтового парка ДНР, как инструмента повышения качества жилищно-коммунальных услуг в Республике в русле инновационности.

Проектный подход предполагает образование проектов как способ решения наиболее значимых задач. Он наиболее подходит для мероприятий, которые происходят впервые или имеют существенные ключевые отличия от других. Основным понятием проектного подхода является проект, который можно описать, как процесс, имеющий определенную цель, которую необходимо достичь в определенные сроки, под который выделяются человеческие, материальные, финансовые, и др. ресурсы.

Очевидны выгоды, которые дает использование проектного подхода к решению вопроса стареющего лифтового парка, посредством модернизации:

- ликвидация аварийного состояния лифтового хозяйства в Донецкой Народной Республике;

- установление чёткого распределения, полномочий и ответственности между органами исполнительной власти, подрядными организациями и координирующими органами Донецкой Народной Республики (Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики, Служба Государственной строительной экспертизы Донецкой Народной Республики, Государственный комитет горного и технического надзора Донецкой Народной Республики);

- сокращение количества обслуживаемых аварийных лифтов;

- определение требований, предъявляемых к порядку выполнения работ капитального характера, в соответствии с нормативными правовыми документами Донецкой Народной Республики;

- предупреждение возможных отклонений от требований, предъявляемых к порядку выполнения работ капитального характера, устранение и происходящих отклонений, противоречащих действующему законодательству Донецкой Народной Республики.

В целом, модернизацию лифтового хозяйства можно разделить условно на три подвида (табл. 1).

Таблица 1. – *Классификация работ по модернизации лифта*
Составлено: авторское исполнение

| Вид модернизации | Виды работ и замена оборудования | Ориентировочные сроки продления эксплуатации лифта |
|------------------|--|--|
| Малая | Замена: купе кабины, створки дверей шахты 2 шт., ограничителя скорости, тягового каната и каната ограничителя скорости, канатотяговый шкив; - ремонт натяжного устройства; - монтаж пакета безопасности | До 4 лет |
| Частичная | Замена: станции управления лифтом (НКУ), купе кабины, створки дверей шахты 2 шт., электропроводки силовой и цепей управления, ограничителя скорости, электродвигатель привода дверей кабины, тягового каната и каната ограничителя скорости, вызывных аппаратов; - ремонт натяжного устройства; - монтаж пакета безопасности | До 10 -12 лет |
| Полная | Замена: станции управления лифтом (НКУ), лебедки, купе кабины, створки дверей шахты 18 шт., электропроводки силовой и цепей управления, ограничителя скорости, электродвигателя привода дверей кабины, тягового каната и каната ограничителя скорости, вызывных аппаратов; - ремонт натяжного устройства; - монтаж пакета безопасности | До 16 лет |

Исходя из представленной классификации, модернизация представляет собой внесение изменений в конструкцию лифта, повышающая его безопасность, технический уровень и улучшающая экономические характеристики, путем замены отдельных составных частей на более современные, при условии сохранения основных технических характеристик лифта.

Следует отметить, что восстановление лифтового хозяйства ДНР целесообразнее проводить методом полной либо частичной модернизации лифтового хозяйства, что позволит продлить эксплуатационный срок службы до 16 лет.

Внедрение проектного подхода к решению вопроса стареющего лифтового парка в органах местного самоуправления в ДНР сдерживает финансовая составляющая:

- отсутствие заложенного в состав тарифа на обслуживание дома и придомовой территории составляющей – капитальный ремонт лифта;
- наполняемость бюджета Донецкой Народной Республики.

Подводя краткие итоги, можно отметить, что на современном этапе становления Республики проектный подход к решению вопроса стареющего лифтового парка, представляет собой актуальный метод управления, который в полном объеме даст четкую картину с отражением комплекса действий по срокам, результатам и финансовому обеспечению, с четким определением возможных рисков и отклонений для достижения поставленной цели модернизации.

Обращение органов местного самоуправления к проектному подходу может способствовать концентрации средств в приоритетных направлениях и рациональному распределению ресурсов Республики, выходя на качественно новый уровень предоставления жилищно-коммунальных услуг в русле инновационности.

Список литературы

1. ГОСТ 22011-95 Лифты пассажирские и грузовые. Технические условия; ДБН В.2.2-15-2005 Государственные строительные нормы Украины. Здания и сооружения. Жилые дома. Основные положения.
2. Институты развития инновационной экономики в условиях новой индустриализации: монография / коллектив авторов ГУ «Институт экономических исследований»; под науч. ред. А.В. Половяна. – Донецк, 2019. – 416 с.
3. В.М. Аньшина, О.Н. Ильина Управление проектами: фундаментальный курс // Изд. Дом Высшей школы экономики. - 2013.
4. Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики [Электронный ресурс]: <https://minstroy-dnr.ru>.

УДК 331.108.263

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КАДРОВОГО МЕНЕДЖМЕНТА В СОЦИАЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ

И.В. Маврина, студент

ГОУ ВПО ЛНР ЛНУ имени Тараса Шевченко, Луганск, ЛНР

Маврина И.В. Проблемой кадрового обеспечения социальных служб является нехватка квалифицированных специалистов. Невысокий престиж социальной работы в обществе, низкая заработная платы, старение персонала, нехватка перспективных молодых специалистов, текучесть кадров. Сверхурочная работа, большое количество клиентов, важность решаемых проблем, низкое вознаграждение за труд – это негативные факторы с которыми сталкиваются социальные работники в процессе своей деятельности.

Ключевые слова: управление персоналом, кадровый менеджмент, социальное учреждение.

Mavrina I.V. The problem of staffing social services is the lack of qualified professionals. The problem of low prestige of social work in society, low wages, staff aging, lack of promising young professionals, staff turnover. Overtime work, a large number of clients, the importance of problems to be solved, low remuneration for work are negative factors faced by social workers in the course of their work.

Keywords: personnel management, personnel management, social institution.

Постановка проблемы. Основной проблемой кадрового обеспечения социальных служб является нехватка квалифицированных специалистов. Подготовка, повышение квалификации и переподготовки специалистов по социальной работе в силу недостаточного финансирования не всегда проводится или проводится недостаточно.

Остаются актуальными проблемы невысокого престижа социальной работы в обществе, низкой заработной платы, которые приводят к старению персонала, нехватке перспективных молодых специалистов, текучести кадров.

Сверхурочная работа, большое количество клиентов, важность решаемых проблем, низкое вознаграждение за труд – это негативные факторы с которыми сталкиваются социальные работники в процессе своей деятельности.

Актуальность. Ключевой составляющей любого предприятия является управление персоналом. Оно формирует благоприятную среду, в которой реализуется трудовой потенциал, развиваются способности, люди получают удовлетворение от выполненной работы и общественного признания своих достижений. Поэтому в области управления персоналом постепенно происходит смещение акцентов с технократических подходов, которые строго регламентируются содержанием трудового процесса, к системному подходу, в основе которого лежит долговременное развитие трудового потенциала работников, понимания психологии людей, работающих в ней, понимание механизмов, определяющих их поведение, побуждающих совершать те или иные поступки. Не случайно менеджмент сегодня – это, прежде всего управление людьми.

Цель статьи. Выявление исторических закономерностей в развитии кадрового менеджмента, выявление особенностей в работе социального учреждения и возможности использования разработанных рекомендаций в работе социального учреждения.

История становления и развития кадрового менеджмента представляет собой достаточно быструю смену подходов, идей и представлений о сущности и целях управления. Развитие кадрового менеджмента можно разделить на три основных этапа: донаучный (античность и средневековье); классический; современный.

Античный период развития науки управления связан с Аристотелем. Он, в частности, писал, что в домохозяйстве следует заботиться более о людях, нежели о приобретении бездушной собственности, более о добродетели первых, нежели об изобилии последней (то, что мы называем богатством). Особое влияние на развитие менеджмента оказали четыре принципа Н. Макиавелли: авторитет, или власть лидера, коренится в поддержке сторонников; подчиненные должны знать, что они могут ожидать от своего лидера, и понимать, что он ожидает от них; лидер должен обладать волей к выживанию; для своих сторонников лидер – всегда образец мудрости и справедливости. Формирование школы научного управления базировалось на трех основных моментах, которые послужили исходными принципами для развития менеджмента: – Рациональная организация труда. – Разработка формальной структуры организации. – Определение мер по сотрудничеству управляющего и рабочего, т.е. разграничение исполнительных и управленческих функций.

В России управление кадрами осуществлялось уже в средние века. Функции главной кадровой службы выполнял Разрядный приказ – центральное государственное учреждение, в ведении которого в XVI – XVIII вв. были вопросы учета и комплектования служилых людей, а также военные управления и жалованье дворянского сословия. В конце XIX — начале XX в. функции по управлению трудовыми ресурсами сосредоточивались в органах трудового посредничества, на биржах труда, в агентствах и конторах по трудоустройству, в органах по вербовке.

Исследованием проблем управления персоналом в СССР занимались многие научные учреждения. В 1920—1930 гг. был создан Центральный институт труда (ЦИТ), который возглавлял всю исследовательскую работу в СССР по этой проблеме. Руководил ЦИТом Гастев Алексей Капитонович.

В результате изучения литературы мы пришли к выводу, что современный этап развития кадрового менеджмента характеризуется введением новых понятий и представлений о сути управления персоналом. На первое место выходят такие понятия как «миссия организации», «видение», «формат деятельности». В системе деятельности персонала и организации в целом выделяется такое образование как компетенция, система компетенций становится объектом управления. Предметом управления в современной концепции кадрового менеджмента выступает качество деятельности. Именно создание системы оценки и управления качеством деятельности является основной профессиональной задачей современных служб управления персоналом.

Социальная работа в как академическая и научная дисциплина появилась в начале 1990-х гг. Кардинальные изменения социально-экономической жизни после распада СССР (1991 г.), переход к рыночной экономике, многочисленные социальные проблемы в связи с появлением значительного числа безработных, необходимость перепрофилирования многих специалистов, увеличение численности беспризорных и безнадзорных детей, потери структуры семейных отношений, резкое увеличение числа неполных семей — все это предопределило появление института социальных служб в общей системе социальной работы.

Социальная сфера – это вид деятельности, предмет которой составляют человек и его потребности. Социальная сфера – сфера воспроизводства человека, семьи, трудовых коллективов и других социальных групп, которая включает условия труда и отдыха людей, их быта и досуга, уровень материального благосостояния, образования, воспитания и здравоохранения.

Для кадрового менеджмента в социальной сфере, определяющую роль играет социальная политика – комплекс задач, направленных на улучшение жизнедеятельности людей в стране, регионе, на предприятии. Важными характеристиками социальной политики являются обоснованность (расчетное обеспечение целей необходимыми ресурсами), реалистичность (ориентация на решение наиболее значимых социальных проблем), конкретизация (социально-экономическое планирование) и результативность.

В качестве объекта исследования представлен Фонд социального страхования на случай безработицы (далее – Фонд) является специализированным финансовым учреждением, наделенный отдельными государственно-властными полномочиями и функциями.

Основными задачами Фонда являются реализация государственной политики в сфере занятости населения, обеспечение гражданам соответствующих гарантий на территории республики.

В соответствии с возложенными задачами Фонд осуществляет следующие функции: организует и координирует работу территориальных отделений; создает банк данных вакантных рабочих мест на основании информации предоставленной работодателями; предоставляет услуги по трудоустройству занятому и незанятому населению; содействует работодателям в подборе сотрудников.

Для исследования были применены следующие методы сбора информации: анализ документов интервью со специалистом отдела кадров Фонда социального страхования; анализ документов был выбран, потому что в документах представлена информация о направлениях деятельности Фонда и его структурных подразделений, о количественном и качественном составе работников, наименованиях должностей, о функциональных обязанностях, правах и ответственности по каждой должности.

Менеджмент в социальной работе – это система гибкого предприимчивого управления в обществе, направленная на эффективное регулирование социального положения всех участников общественной жизни и на обеспечение их развития как субъектов всех видов общественных отношений, на обеспечение достойного, цивилизованного существования.

Социальный комплекс предусматривает: конкретную социальную защиту определенных категорий жителей; развитие системы медицинского обслуживания; борьбу с преступностью и укрепление правопорядка; разработку и реализацию программ по трудоустройству и занятости населения; разработку и реализацию отдельных программ по работе с молодежью; реализацию программ общего и специального образования и воспитания детей; торговое и бытовое обслуживание льготных категорий населения; развитие объектов и инфраструктуры социальной защиты населения.

На протяжении всей жизни человеческого общества были те, кто руководит и те, кем руководят. Но люди до начала XX века мало придавали значение самому понятию «управление». Руководители (приказчики, распорядители и другие) управляли, опираясь на интуицию и не задумываясь над этим серьезно. С начала XX века управление начинает выделяться в самостоятельную науку и продолжает развиваться в настоящее время. На протяжении развития этой науки основное внимание уделялось тому, как руководитель должен руководить, чтобы организация работала эффективно.

Социальная работа – это сложный процесс, требующий от специалиста прочных знаний в области теории управления, экономики, психологии, социологии, педагогики, права. Эффективность этого процесса во многом зависит от самого социального работника, его умений, опыта, личностных особенностей и качеств.

При всем многообразии существующих подходов к проблемам кадрового менеджмента более общими тенденциями работы кадровой службы являются следующие: формализация методов и процедур отбора кадров, разработка научных критериев их оценки, научный подход к анализу

потребностей в управленческом персонале, выдвижение молодых и перспективных работников, повышение обоснованности кадровых решений и расширение их гласности.

В результате проведенных исследований было установлено, что одной из основных задач кадрового менеджмента в социальном учреждении является умение работать с людьми, правильно их подбирать и оценивать, добиваться их заинтересованности в повышении своего квалификационного уровня.

Список литературы

1. Конституция Луганской Народной Республики.
2. Трудовой кодекс Луганской Народной Республики.
3. Беликова, Л.Ф. Основы социальной диагностики и проектирования в управлении организацией: учеб. пособие для вузов / Л. Ф. Беликова ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отделение Рос. акад. образования, Акад. проф. образования. – Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2007. – 185 с.
4. Большаков, А.С. Менеджмент организации / А.С. Большаков // Менеджмент. – учеб. пособие. – СПб.: «Издательство "Питер"», 2010. –
5. Грищенко Ю.И. Финансовое планирование в некоммерческих организациях. Журнал «Некоммерческие организации в России». № 2, 2011.
6. Драчёва Е.Л. Менеджмент: Учеб. пособие для студентов учреждений СПО /Е.Л.Драчёва, Л.И. Юликов.–2–е издание, стереотип–М.: Издательский центр «Академия»: Мастерство», 2007.– 288с.
7. Зайцев, Д.В. Организация, управление и администрирование в социальной работе учеб.пособие / Д.В. Зайцев. – М.: Изд-во «Дашков и К»; Ростов н/Д: Наука– Спектр, 2010. – 264 с.
8. Заяц, О.В. Опыт организационно–административной работы в системе социальных служб, учреждений и организаций/ О.В. Заяц / – учеб. пособие. – Владивосток: Издательство дальневосточного университета, 2004.
9. Кабушкин, Н.И. Основы менеджмента учеб.пособие / Н.И Кабушкин. – 10–е изд. – М.: Новое знание, 2007. – 336 с.
10. Мескон, М.Х. Основы менеджмента учеб.пособие / М.Х. Мескон. – М.: Дело, 1997. — 704 с.
11. Основные принципы управления [Электронный ресурс] // Сайт «Центр дистанционного образования «Элитариум»». 14.12.2003. – Режим доступа: http://www.elitarium.ru/2003/12/14/osnovnye_principyu_upravlenija.html

УДК 621.774:621.713.3

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА РАСЧЁТА КАЛИБРОВОК И
ТЕХНОЛОГИИ ФОРМОВКИ ПОЛУЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК
ДЛЯ СВАРНЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА НА
СЕМИКЛЕТЬЕВОМ ФОРМОВОЧНОМ СТАНЕ**

**А.В. Яковченко, д.т.н., профессор
А.В. Саксон, магистрант**

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР
Кафедра обработки металлов давлением*

Яковченко А.В., Саксон А.В. усовершенствована технология формовки полуцилиндрических заготовок для газонефтепроводных труб большого диаметра на семиклетьевом формовочном стане. Предложено выполнять формовку полуцилиндрических заготовок с учетом трёх знакопеременных изгибов, что обеспечивает компенсацию упрочнения металла полосы, возникающего в процессе её гибки на первом этапе за несколько последовательных деформаций одного знака, и стабилизацию технологии. Усовершенствован метод расчета калибров, обеспечивающих на первом этапе формовки полосы равномерное упрочнение металла в каждом пропуске, и калибров, в которых выполняются знакопеременные изгибы. Для производства труб диаметром 1420 мм усовершенствована калибровка для формовки на семиклетьевом стане полуцилиндрических заготовок, обеспечивающая стабильность их размеров.

Ключевые слова: формовка полуцилиндрических заготовок для сварных газонефтепроводных труб большого диаметра, семиклетьевой формовочный стан, калибровка, упрочнение металла, знакопеременный изгиб.

Yakovchenko A.V., Saxon A.V. The molding technology of semi-cylindrical billets for gas and oil pipes of large diameter on the molding seven-stand mill was improved. It was proposed to mold semi-cylindrical billets taking into account three alternating bends. That provides compensation for hardening of the strip metal, arises in the process of its bending at the first step for several successive deformations of the same sign, and technology stabilization. The method for calculating calibers was improved. Some of these calibers providing at the first stage of molding strip the uniform hardening of metal in each pass, and in others calibers the sign alternating bends performs. The calibration providing stability of sizes was improved for molding of semi-cylindrical billets at seven-stand mill for the production of pipes with a diameter of 1420 mm.

Key words: molding of semi-cylindrical welded billets for gas and oil pipes of large diameter, molding seven-stand mill, calibration, hardening of the metal, alternating bending.

Введение. Срок эксплуатации магистральных трубопроводов России составил не менее 30 лет, а многих - 40 лет. Это трубопроводы, в которых используются трубы диаметром 1420 мм (главным образом), а также 1220 и 1020 мм. Известно, что уже через 15-20 лет они могут исчерпать свой технический ресурс, что составит серьезную проблему, связанную с надежностью поставок нефти и газа. Следовательно, с приближением окончания нормативных сроков потребность в трубах этого диаметра будет увеличиваться.

Технический уровень Харцызского трубного завода (ХТЗ) позволяет производить сварные трубы высокого качества, как с одним, так и с двумя швами (вплоть до диаметра 1420 мм). Причём документально не подтверждено, что в эксплуатации двухшовные трубы хуже одношовных [1]. Вместе с тем для производства двухшовных труб можно применять лист значительно меньшей ширины.

Сварные двухшовные трубы в условиях Харцызского трубного завода изготавливают из двух полуцилиндрических заготовок, формовка которых организована на семиклетьевом непрерывном валково-роликовом стане $\varnothing 1220 - 1420$ мм.

Задачи совершенствования технологии формовки этих заготовок и метода расчета калибровок, обеспечивающих стабильность их размеров, являются актуальными.

Материал и методы. В процессе разработки технологии вначале выбирают тип калибровки и, определив ширину исходной заготовки, приступают к расчёту профилей калибров. При этом стараться, чтобы кромки полосы плавно поднимались по кратчайшему пути. На практике широкое распространение получила однорадиусная калибровка. При этом профиль калибра строится одним радиусом, который уменьшается от клетки к клетке в направлении формовки. В процессе последовательных деформаций одного знака происходит постепенное уменьшение радиуса изгиба полосы и, соответственно, увеличение угла изгиба от клетки к клетке [2]. Вместе с тем, по такому важному критерию как «технологичность» (устойчивость процесса и легкость настройки) однорадиусная калибровка оценивается недостаточно высоко.

В условиях ХТЗ широко используется двуредиусная калибровка. При этом периферийные участки во всех калибрах имеют радиус, равный радиусу готовой трубы. У центрального участка радиус больше, чем у периферийного, и он постепенно уменьшается от клетки к клетке. Этот тип калибровки по критерию «технологичность» оценивается выше по отношению к однорадиусной. Вместе с тем, калибровка, используемая в условиях ХТЗ, отличается от обычной двуредиусной калибровки. Так на начальном этапе (в 1-ой клетки) выполняют прокатку полосы на гладких цилиндрических валках. Во 2-ой клетки выполняют только подгибку периферийных участков полосы по радиусу готовой трубы (центральная часть полосы остается плоской). И только в 3 – 6 клетях в процессе последовательных деформаций одного знака выполняют изгиб цен-

тральной части полосы (при этом происходит постепенное уменьшение радиуса её изгиба). На заключительном этапе (в последней 7-мой клетки) выполняют разгиб полосы до значения радиуса большего, чем радиус готовой полуцилиндрической заготовки на величину пружинения. На участке за разгибающей клетью полоса под действием сил пружинения приобретает требуемую форму и размеры полуцилиндрической заготовки [3]. В процессе деформации, связанной с гибкой полосой, имеет место упрочнение металла. Разгиб полосы в последней клетки приводит к изменению знака деформации. При этом за счёт эффекта Баушингера сопротивление металла деформации уменьшается (частично компенсируется упомянутое выше упрочнение), что является положительной особенностью этой технологии, направленной на стабилизацию размеров полуцилиндрической трубной заготовки.

Результаты исследования. В работе поставлена задача по обеспечению более полной компенсации упрочнения металла, имеющего место в процессе гибки, реализуемой как последовательность деформаций полосы одного знака. Предложено выполнять формовку полуцилиндрических заготовок с учетом трёх знакопеременных изгибов [4]. Для практической реализации этой технологии уже в 1-ой клетки предусмотрены как подгибка периферийных участков полосы по радиусу готовой трубы, так и изгиб её центральной части. Затем во 2 – 4 клетях в процессе последовательных деформаций одного знака выполняют изгиб центральной части полосы с постепенным уменьшением радиуса её изгиба. Разгиб полосы осуществляют в два этапа (в 5 и 7 клетях), между которыми выполняют деформацию обратного знака (в 6-ой клетки). Сопротивление металла деформации после каждого изменения знака деформации уменьшается за счет эффекта Баушингера.

Усовершенствован метод расчета калибров (определения радиусов и углов изгиба центрального и периферийных участков полосы), обеспечивающих на первом этапе формовки листа (в 1 – 4 клетях) равномерное упрочнение металла в каждом пропуске, и калибров (в 5 и 6 клетях), в которых выполняются знакопеременные изгибы.

Для производства труб диаметром 1420 мм с толщиной стенки 21.8 мм категории X70 усовершенствована калибровка для формовки на семиклетьевом стане ХТЗ полуцилиндрических трубных заготовок, обеспечивающая стабильность их размеров (рисунок 1).

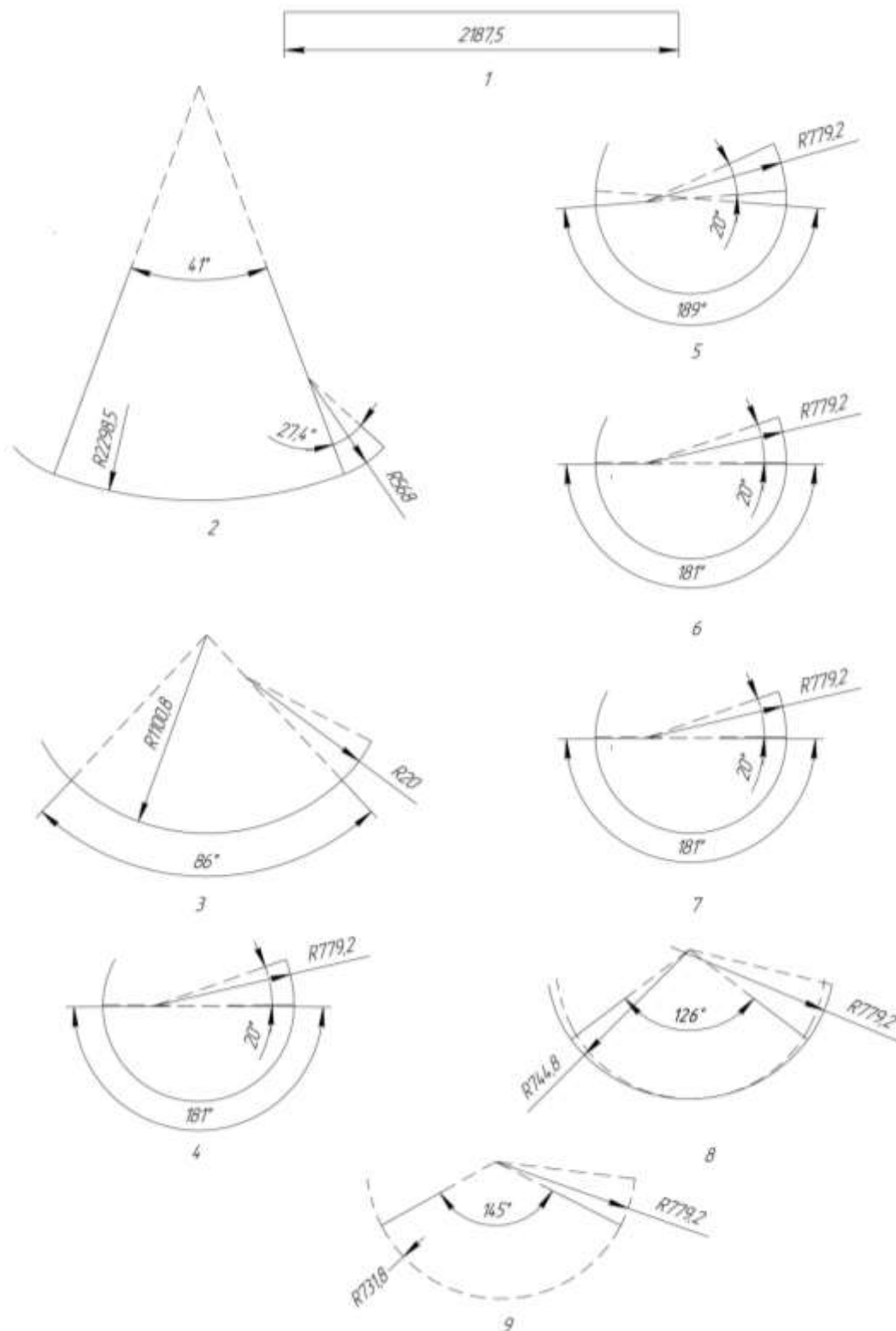


Рисунок 1 – Усовершенствованная калибровка для формовки полуцилиндрических

заготовок для труб диаметром 1420 мм с толщиной стенки 21.8 мм категории X70:

1 – исходная заготовка; 2 – подгибка периферийных участков полосы по радиусу готовой трубы и изгиб её центральной части в 1-ой клетке; 3, 4, 5 – изгиб центрального участка полосы в 2 – 4 клетках; 6 – разгиб центрального

участка полосы в 5-ой клетки (1-я знакопеременная деформация); 7 – изгиб центрального участка полосы в 6-ой клетки (2-я знакопеременная деформация); 8 – разгиб центрального участка полосы в 7-ой клетки (3-я знакопеременная деформация); 9 – готовая полуцилиндрическая трубная заготовка

Выводы. 1. Предложено выполнять формовку полуцилиндрических заготовок с учётом трёх знакопеременных изгибов, что обеспечивает компенсацию упрочнения металла полосы, возникающего в процессе её гибки на первом этапе за несколько последовательных деформаций одного знака, и стабилизацию технологии.

2. Усовершенствован метод расчёта калибров, обеспечивающих на первом этапе формовки полосы равномерное упрочнение металла в каждом пропуске, и калибров, в которых выполняются знакопеременные изгибы.

3. Для производства труб диаметром 1420 мм с толщиной стенки 21.8 мм категории X70 усовершенствована калибровка для формовки на семиклетьевом стане ХТЗ полуцилиндрических заготовок, обеспечивающая стабильность их размеров.

Список литературы

1. Коновалов, Ю.В. *Металлургия: в 3 кн. Кн. 3. Сортопрокатное производство. Дефекты слитков, заготовок, листового и сортового проката, их контроль и способы предупреждения. Производство специальных видов проката, труб и биметаллов. Валки прокатных станков. Волочение, прессование, ковка и штамповка металла* / Ю. В. Коновалов, А. А. Минаев – Донецк : ГВУЗ "ДонНТУ", 2013. – 603с.
2. Друян, В.А. *Теория и технология трубного производства* / В.А. Друян, С.А. Чукмасов, Ю.Г. Гуляев – Днепропетровск: «Днепр-Вал», 2001. – 544 с.
3. Рымов, В.А. *Совершенствование производства сварных труб* / В.А. Рымов, П.И. Полухин, И.Н. Потапов. – М. «Металлургия», 1983. – 312 с.
4. Пат. 81495 Украина, МПК В 21 D 5/12; В 21 С 37/06. *Спосіб формування півциліндричних заготовок* / Яковченко О.В., Смирнов Є.М., Снитко Д.О., Некрасов О.С. – № а2005/2105; заявл. 16.12.2005; опубл. 10.01.2008.

УДК 331

ПЛАН BEPS В СИСТЕМЕ МЕЖДУНАРОДНОГО НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ В СТРАНАХ СНГ

О. В. Сидоренко, магистрант

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

Сидоренко О.В. В работе проанализирован план BEPS, предусматривающий меры по борьбе с уклонением от налогов крупными корпорациями, совершенствование нормативного регулирования международного налогообложения, деятельность международных организаций по созданию таких нормативных актов. Рассмотрены варианты внедрения плана BEPS в странах СНГ, в частности, в России. Изложены последствия вступления в силу многосторонней конвенции по исполнению мер, относящихся к соглашениям с целью противодействия выводу прибыли из-под налогообложения и размыванию налогооблагаемой базы.

Ключевые слова: план BEPS, международные корпорации, налогообложение, уклонение от налогов.

Sidorenko O.V. The work analyzed the BEPS plan, which provides measures to combat tax evasion by large corporations, improve the regulation of international taxation, and the activities of international organizations to create such regulations. Options for implementation of the BEPS plan in CIS countries, in particular in Russia, were considered. The consequences of the entry into force of the multilateral convention on the implementation of measures relating to agreements to counter the withdrawal of profits from taxation and the erosion of the taxable base are set out.

Keywords: BEPS plan, international corporations, taxation, tax evasion.

Постановка проблемы. В современном мире прослеживается тенденция на выработку общих правил ведения торговли, бизнеса, контроля, налогообложения. Для этих целей международная экономическая система объединяет государства для совместного решения проблем уклонения от налогов крупными корпорациями путем создания Плана BEPS, который предполагает меры по борьбе с такими проблемами, наблюдение за транснациональными операциями и противодействие различным схемам оптимизации налогов в целом.

Анализ предыдущих исследований и публикаций. Ключевым направлением в развитии налогообложения является обмен опытом и

международное сотрудничество национальных органов, занимающихся регулированием экономики. Многие ученые и специалисты отмечают наличие проблем международного масштаба в налоговой сфере, связанных с проблемами «ухода» от налогов крупными корпорациями, противостоянием различным схемам по уклонению от уплаты налогов, поэтому обращаются к исследованию международного опыта борьбы с налоговыми злоупотреблениями, изложенными в документе Организации экономического сотрудничества и развития, известном под названием План BEPS. Изучением данного вопроса занимаются многие ученые, в числе которых Борщева А.В. [2], Ильченко С.В. [3], Хайк М. [4], Петрова Г.В. [7], Кириллова О.С. [10], Щурина С.В. и Пруненко М.А. [11]. Проблема не теряет актуальности в настоящее время, что обусловило выбор направления исследования.

Цель статьи – исследовать возможность использования Плана BEPS в системе национального регулирования экономики и налогообложения как способа борьбы с налоговыми злоупотреблениями и уклонением от уплаты налогов.

План BEPS – полное официальное наименование Action Plan on Base Erosion and Profit Shifting – это план мероприятий Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) по противодействию размыванию налогооблагаемой базы и выводу прибыли из-под налогообложения (разработан и опубликован в 2013 году)

Причинами, вызвавшими необходимость появления Плана BEPS, стало развитие международных корпораций и сравнительно лёгкие возможности менять на законных основаниях центр извлечения основной прибыли таких корпораций, используя различия в налоговом законодательстве юрисдикции и в толковании международных сделок с точки зрения налогообложения. В первую очередь, это относилось к сделкам по финансированию – в некоторых случаях доходы, полученные от совершения международных сделок, облагаются по низкой ставке налогообложения или вообще не облагаются налогом. Если подобные ситуации создаются намерено путем искусственного отделения налогооблагаемого дохода и перевода его в низконалоговые или безналоговую юрисдикцию, то возникают проблемы. Выявленные махинации привели к необходимости анализа тенденций и выработки единого подхода к их урегулированию на международном уровне. Впервые вопрос, касающийся данной проблемы был поднят на Саммите лидеров стран большой двадцатки (G20) в 2012 г. В феврале 2013 г. в рамках Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) был подготовлен отчёт о BEPS. Дальнейшие отчёты были подготовлены организацией в течение 2014 года и утверждены министрами финансов и лидерами стран G20. Основные выводы, представленные в этих отчетах, были консолидированы в 15 мероприятий, которые и составляют итоговый план BEPS, опубликованный в 2015 г.[1]

План BEPS предусматривает 15 мероприятий, благодаря которым происходит внедрение ряда инструментов, позволяющих участвующим в

реализации плана странам осуществлять борьбу с перемещением прибыли. Разберем их более подробно.

1. Подготовка мер по вопросам налогообложения компаний цифрового сектора. Эти меры созданы для выявления основных проблем в применении действующих правил международного налогообложения к предприятиям, ведущим деятельность в цифровом секторе. Основная цель таких мер – разработать подробные методы решения таких проблем, с учетом общего глобального подхода и порядка прямого и косвенного налогообложения.

2. Устранение расхождений в налогообложении гибридных инструментов - создание положений Модельной конвенции ОЭСР и рекомендаций по усовершенствованию положений национальных законодательств, чтобы ликвидировать последствия применения гибридных финансовых инструментов.

3. Ужесточение правил о «контролируемых иностранных компаниях». Эти правила имеют место быть в рамках проекта BEPS, т.к. они созданы для противостоянию вывода прибыли компаний-резидентов на уровень дочерних предприятий, размещенных в низконалоговых юрисдикциях. Правила предусматривают налогообложение прибыли в стране резидентства конечной материнской компании и положительно воздействуют на налогообложение в стране источника дохода, поскольку сдерживают перевод прибыли в низконалоговую юрисдикцию.

4. Снижение размывания налогооблагаемой базы с помощью использования вычета процентных расходов, а также расходов по прочим инструментам финансирования - анализ эффективности разного рода ограничений по вычету процентных расходов, а также создание рекомендаций по программе положений, противостоящих размыванию налогооблагаемой базы.

5. Развитие мер по борьбе с налоговыми злоупотреблениями, а именно, порядка обмена информацией и требований к фактическому присутствию. Эти мероприятия относятся к введению более эффективного обмена информацией, а также требований к фактическому присутствию для использования налоговых льгот.

6. Меры против злоупотреблений, осуществленных путем применения соглашений об уклонении от двойного налогообложения. Предполагается разработка положений Модельной конвенции ОЭСР и рекомендаций по изменению положений национальных законодательств с целью исключения злоупотребления положениями соглашений об избегании двойного налогообложения в различных ситуациях.

7. Меры, направленные против искусственного избегания статуса постоянного представительства – анализ модельных конвенций и двусторонних соглашений по вопросам избегания двойного налогообложения позволил выделить следующие виды постоянных представительств:

- а) основное постоянное представительство, которое требует наличия постоянного места деятельности, как основополагающий критерий;
- б) строительное постоянное представительство, которое требует наличия строительного или монтажного проекта;
- в) агентское постоянное представительство, которое требует осуществления деятельности с помощью представителей с определенным статусом и компетенцию;
- г) сервисное постоянное представительство, которое связано с предоставлением услуг;
- д) страховое постоянное представительство, главным признаком которого является место получения выплат;
- е) постоянное представительство, определяющим признаком которого является место нахождения соответствующего оборудования;
- ж) постоянное представительство, связанное с разведкой и добычей природных ресурсов в открытом море.

Наиболее распространенной разновидностью постоянного представительства служит основное постоянное представительство, которое предполагает наличие места предпринимательской деятельности и постоянство места предпринимательской деятельности.

8. Нематериальные активы. Это мероприятие предусматривает дополнение правил, регулирующих трансфертное ценообразование, положениями, противодействующими плану BEPS передаче нематериальных активов внутри группы.

9. Риски и капитал. Запланировано усовершенствовать правила, регламентирующие трансфертное ценообразование, мерами, противодействующими плану BEPS, передаче высокого объема рисков или распределения капитала внутри группы в отношении искусственного переноса прибыли в результате принятия договорных рисков или предоставления капитала. Трансфертное ценообразование может применяться в качестве метода распределения прибыли с целью отнесения чистой прибыли (или убытка) до налогообложения транснациональной корпорации на страны, где она ведет свой бизнес [2].

10. Прочие сделки с высоким показателем риска. Предположительным итогом этого мероприятия являются рекомендации по выбору типа информации и методологии для анализа информации.

11. Подготовка порядка сбора и анализа информации о размывании налогооблагаемой базы и выводе прибыли из-под налогообложения. Предположительным итогом этого мероприятия являются рекомендации по выбору типа информации и методологии для анализа информации.

12. Создание правил об обязательном раскрытии налогоплательщиками информации о сделках с использованием схем агрессивного налогового планирования.

13. Пересмотр требований к подготовке документации по трансфертному ценообразованию [3].

14. Улучшение способов разрешения споров. Это мероприятие предполагает разработку способа разрешения проблем, связанных с применением соглашений, например, таких как дефицит положений об арбитражном разрешении споров, а также возможность отказа в доступе к данной процедуре и арбитражном разбирательстве.

15. Создание многогранного инструмента для внесения изменений в двусторонние соглашения. Это мероприятие предполагает скорейшую реализацию вышеуказанных пунктов проекта [4, 5].

Предложенные меры направлены на борьбу с уклонением от налогов крупными корпорациями, наблюдение за транснациональными операциями и противодействие различным схемам по оптимизации налогов в целом [6].

С 1 января 2015 г. порядок налогообложения при импорте товаров в пределах Евразийского экономического союза (ЕАЭС) регламентируется Протоколом о порядке взимания косвенных налогов и механизме контроля их уплаты при экспорте и импорте товаров, выполнении работ, оказании услуг (Приложение № 18 к Договору о ЕАЭС. Протокол о косвенных налогах). Налогообложение в рамках ЕАЭС регулируется также Протоколом от 11 декабря 2009 г. «Об обмене информацией в электронном виде между налоговыми органами государств-членов Таможенного союза об уплаченных суммах косвенных налогов».

Евразийской экономической комиссией положено начало объемной работе по анализу мероприятий, проводимых странами-членами ЕАЭС с целью исполнения Плана BEPS. Представители финансовых и налоговых органов стран-членов ЕАЭС готовят аналитические материалы по данному вопросу.

План BEPS, реализуемый государствами-членами ООН и странами-членами Евразийского экономического союза и СНГ, является новым вектором международного налогового сотрудничества и основой усиления финансовой безопасности государств ЕАЭС и СНГ. Страны ЕАЭС и СНГ последовательно присоединяются к Плану BEPS, дополняя законодательные акты мерами по предотвращению умышленного уклонения налогоплательщиков от уплаты налогов через формально законные схемы офшорных юрисдикций и невыполнение ими обязанностей обеспечивать налоговые поступления в национальные бюджеты государства. Во всех странах процесс идет по-разному.

В 2017 г. Минфин России, налоговые службы и министерства финансов стран СНГ и ЕАЭС усилили процесс присоединения к Плану BEPS, состоящему из взаимных мер ОЭСР и G20, направленных на взаимное раскрытие имеющейся информации в отношении налогоплательщиков [7].

7 июня 2017 г. Российская Федерация подписала Многостороннюю конвенцию по исполнению мер, относящихся к налоговым соглашениям с целью противодействия выводу прибыли из-под налогообложения и размыванию налоговой базы (в международной практике Multilateral Instrument, MLI).

Последствия вступления в силу Конвенции после ратификации достаточно масштабные, т.к. Россия решила популяризировать действие документа на 66 соглашений об избегании двойного налогообложения из 82 действующих. Кроме того, Россия выбрала наиболее полный вариант реализации Конвенции, предусматривающий выполнение не только «наименьших требований», но и других пунктов при максимально жестком варианте ограничения льгот налоговых соглашений. Вступление в силу Конвенции поспособствовало существенным переменам в соглашениях об избегании двойного налогообложения России с другими странами.

Самым важным из них стало включение в соглашения правил, ограничивающих использование налоговых льгот. Кроме исключения льгот, установленных соглашением (если основной или одной из основных целей совершения какой-либо сделки было получение этих льгот) РФ приняла решение добавить в свои налоговые соглашения «упрощенное положение об ограничении льгот». Упрощенное положение предполагает принятие льгот по соглашениям только в том случае, если лица, претендующие на них, соответствуют определенным критериям.

Россия изъявляет желание в полной мере включить в свои налоговые соглашения положения Конвенции, которые оставляют выбор в отношении масштаба их применения или необязательны для включения во все соглашения.

К примеру, планируется:

- ввести ограничения на применение льгот, относительно некоторых видов пассивного дохода, в т.ч. дивиденды и доходы от продажи долей или акций компаний, стоимость которых в большинстве случаев представлена недвижимым имуществом;
- ввести положения по противодействию различным типам искусственного избегания статуса постоянного представительства;
- нейтрализовать последствия расхождений в законодательствах различных стран, в т. ч. в отношении налогообложения лиц с двойным резидентством [6].

Правительством РФ в 2017 г. было запланировано внесение изменений в Налоговый кодекс в части автоматического обмена финансовой информацией и документацией о сделках международных групп компаний. Главой 21 Налогового кодекса РФ регулируется режим налогообложения в случаях, когда документы ЕАЭС содержат ссылки на национальное законодательство стран ЕАЭС, а также когда отдельные нормы налогообложения не урегулированы документами ЕАЭС.

Элементы имплементации Плана BEPS отражены в новых статьях Налогового кодекса РФ, введенных в 2014–2017 гг. [7]. К примеру, ст. 105.17 НК РФ «Проверка федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным по контролю и надзору в области налогов и сборов, полноты исчисления и уплаты налогов в связи с совершением сделок между взаимозависимыми лицами» устанавливает, что проверка проводится на

основании уведомления о контролируемых сделках или извещения территориального налогового органа, проводящего выездную или камеральную налоговую проверку, налоговый мониторинг налогоплательщика в соответствии со ст. 105.16 НК РФ[8].

Приказом ФНС России от 13 декабря 2016 г. № ММВ-7-13/679 утверждены форма уведомления о контролируемых иностранных компаниях и порядок ее заполнения и представления в электронном виде. Налогоплательщики обязаны уведомлять налоговый орган соответственно по месту нахождения организации, месту жительства физического лица о контролируемых ими иностранных компаниях. Уведомление о контролируемых иностранных компаниях представляется в срок не позднее 20 марта года, следующего за налоговым периодом, в котором контролирующим лицом признается доход в виде прибыли контролируемой иностранной компании [9].

Значительная часть крупных частных компаний России контролируется холдинговыми центрами, входящих в офшорные финансовые сети. В декабре 2013 г. вышло Поручение Президента России о деофшоризации экономики и борьбе с незаконным выводом капитала за границу, а к ноябрю 2014 г. появился соответствующий закон. Но это поручение фактически остается невыполненным. Отток капитала из РФ продолжает увеличиваться и около 60% в его структуре, по информации Банка России, все еще занимают средства, выводимые в рамках сомнительных финансовых операций, бенефициары которых неизвестны. Это происходит по следующей схеме: налогоплательщик не фальсифицирует документы налогового учета и отчетности напрямую, а структурирует свой бизнес или международные контракты так, чтобы перенести основную налоговую нагрузку на предприятия, зарегистрированные в низконалоговых юрисдикциях и в странах, у которых с Россией имеется соглашение об избегании двойного налогообложения. Затем, как правило, выведенные на подконтрольные предприятия деньги под видом замены средств возвращаются обратно в российскую компанию, в результате чего существенно занижается база по различным видам налогов (в первую очередь — по налогу на прибыль).

Вывод из России денежных средств и ввод обратно производятся через «компании-прокладки», зарегистрированные в офшорных юрисдикциях, установить владельцев которых часто нереально в связи с тем, что не раскрывается информация по трастовым договорам. Однако следует отметить, что уход российских компаний в офшоры обусловлен стремлением не только уменьшить налоговые платежи, но и обеспечить лучшую защиту своей собственности, о чем свидетельствует регистрация в офшорах как дочерних, так и материнских компаний[11]. Для решения этой проблемы в России, вместе с усовершенствованием налогового администрирования, необходимо разработать меры по обеспечению гарантий прав собственности и созданию благоприятных инвестиционных условий для ведения бизнеса внутри страны.

В РФ борьба с офшорами усложняется рядом факторов:

1. Отсутствие соглашений об обмене информацией с большинством низконалоговых юрисдикций. Вместе с этим обмен информацией с налоговыми службами зарубежных стран у РФ развит на достаточно низком уровне.

2. Участие России в Таможенном союзе и Едином экономическом пространстве (ТСЕЭП) со странами, которые не являются и не могут являться в ближайшее время членами ОЭСР или G20, может в какой-то степени ослабить противодействие офшорам[11].

Вывод: Инициатива ОЭСР по противодействию размыванию налогооблагаемой базы и выводу прибыли из-под налогообложения (план BEPS) может стать самой масштабной реформой в системе международного налогообложения за всю историю. Ее осуществление коснется системы отношений бизнеса и правительства. Нужно предоставить бизнесу стабильные, понятные, прозрачные и объективные правила работы и сделать так, чтобы нелегальный вывод капиталов в офшорные зоны стал невыгодным. Тогда российская юрисдикция будет привлекательной в инвестиционном плане.

Список литературы

1. Официальный сайт Юридической фирмы Tax House // План BEPS и его значение для Российской налоговой реформы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://taxhouse.ru/articles/beps-action-plan/>
2. Борщева, А.В. Реформирование системы управления производства предприятий // А.В. Борщева / Экономические и гуманитарные науки. – 2011. – № 7 (234). – С. 113-119.
3. Ильченко, С.В. Документационный менеджмент. учебное пособие для студентов.: Изд-во НУ ОАОУ, 2014. 94 с.
4. Хайк, М. Проект BEPS: глобальный подход к борьбе с налоговыми злоупотреблениями // М. Хайк / Бизнес и дизайн ревю. – 2017. – Т. 1. № 4 (8). – С. 6-11.
5. Хайк, М. План BEPS и его перспективы в России // М. Хайк / Вестник экспериментального образования. – 2018. – № 1 (14). – С. 1-8.
6. Борщева, А.В., Сурат, И.Л. Совершенствование механизма налогообложения прибыли транснациональных компаний в условиях глобализации в рамках участия Российской Федерации в проекте BEPS // А.В. Борщева, И.Л. Сурат / Бизнес и дизайн ревю. – 2018. – № 2 (10). – С. 6-7
7. Петрова, Г.В. Внедрение в законодательство государств-участников ЕАЭС и СНГ международно-правовых мер ООН по обеспечению финансовой безопасности, регулированию и контролю международного налогообложения // Г.В. Петрова / Международное сотрудничество евразийских государств: политика, экономика, право. – 2016. – № 4. – С. 9, 12.
8. Российская Федерация. Законы. Налоговый кодекс Российской Федерации [Текст] : федер. закон : [принят Гос. Думой 16 июля 1998 года, одобрен Советом Федерации 17 июля]. – [2-я часть]. – М. : Ось-99, [2001?]. – 46, [1] с. ; 21 см. – (Актуальный закон). ISBN 5-86894-528-X.
9. Российская Федерация. Приказы. Приказ Об утверждении формы и порядка заполнения формы уведомления о контролируемых иностранных компаниях, а также формата и порядка представления уведомления о контролируемых иностранных компаниях в электронной форме [Текст] : [принят 13.12.2016 № ММВ-7-13/679@]
10. Кириллова, О.С. Международное налогообложение: современные проблемы и тенденции развития в России // О.С. Кириллова / Наука и общество. – 2013. – № 6. – С. 72-75.
11. Щурина, С.В., Пруненко, М.А. Проблема минимизации налогообложения и выведения прибыли компаний: позиции государства и инвесторов // С. В. Щурина, М.А. Пруненко / Финансы и кредит. – 2015. – № 16 (640). – С. 67-68

УДК 622.785.5

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФРАКЦИОННОЙ ПОДГОТОВКИ ФЛЮСОВ НА АГЛОДОМЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Д.А. Власенко, ст. преп., vlasdmitrij@yandex.ru

В.Д. Белоус, магистрант, izengard700@mail.ru

*Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск
Кафедра металлургии черных металлов, кафедра машин металлургического
комплекса*

Власенко Д.А, Белоус В.Д. Целью работы является исследование эффективности применения флюсов различной крупности в агломерационном производстве на основе сопоставления показателей процесса спекания агломерата с использованием флюсов различной фракции.

Поведенные исследования доказывают, что фракционный состав вводимого флюса в агломерационную шихту значительно влияет на прочностные свойства и стойкость агломерата, а также на эффективность аглодоменного производства.

Ключевые слова: агломерат, флюсы, фракционный состав.

Vlasenko D.A., Belous V.D. The aim of the work is to study the efficiency of the use of fluxes of various sizes in sinter production based on a comparison of the performance of the sintering process of an agglomerate using fluxes of various fractions.

The conducted studies prove that the fractional composition of the introduced flux into the sinter mixture significantly affects the strength properties and stability of the sinter, as well as the efficiency of sinter production.

Key words: agglomerate, fluxes, fractional composition.

Введение. Учитывая возрастающую конкуренцию на мировом рынке, возможность интенсификации агломерационного процесса и улучшение показателей работы доменных печей является крайне важной задачей. Технико-экономические показатели агломерационного производства имеют существенное значение при оценке эффективности металлургического производства.

В последние годы требования производителей чугуна к качеству агломерата возросли. Это связано с освоением нового оборудования для загрузки доменных печей и необходимостью более четкой стабилизации агломерата по гранулометрическому составу и снижению мелочи в доменной шихте.

Цель исследования. Целью настоящей работы является анализ влияния крупности дробленых флюсов на параметры аглодоменного процесса.

Материал и методы. Агломерация представляет собой один из современных, широко распространенных способов окускования руд и концентратов

для доменного производства [1]. В настоящее время в доменном процессе применяют офлюсованный агломерат, имеющий следующие преимущества:

– увеличенная производительность агломашин (рисунок 1) [2];



Рисунок 1 – Влияние содержания известняка в шихте на удельную производительность агломерационной машины

– более высокая восстановимость агломерата (рисунок 2) [3];

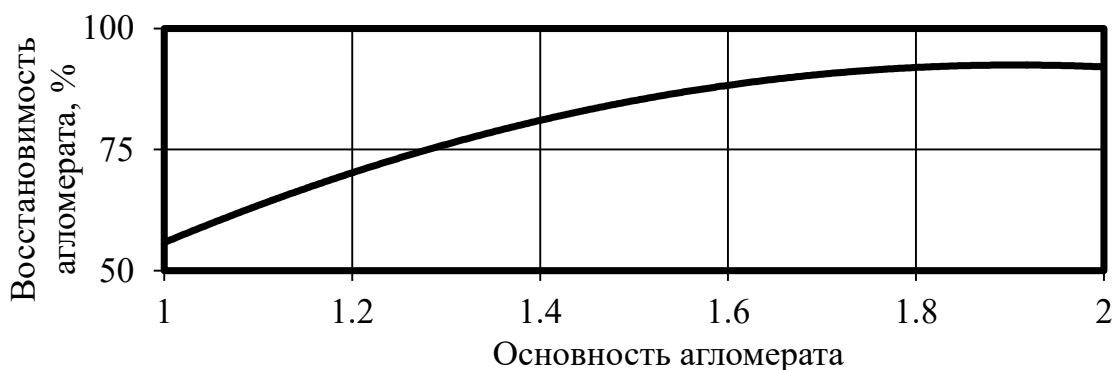


Рисунок 2 – Влияние основности на восстановимость агломерата

– снижение расхода кокса на выплавку чугуна, улучшение теплового баланса доменной печи и увеличение ее производительности (рисунок 3) [4].

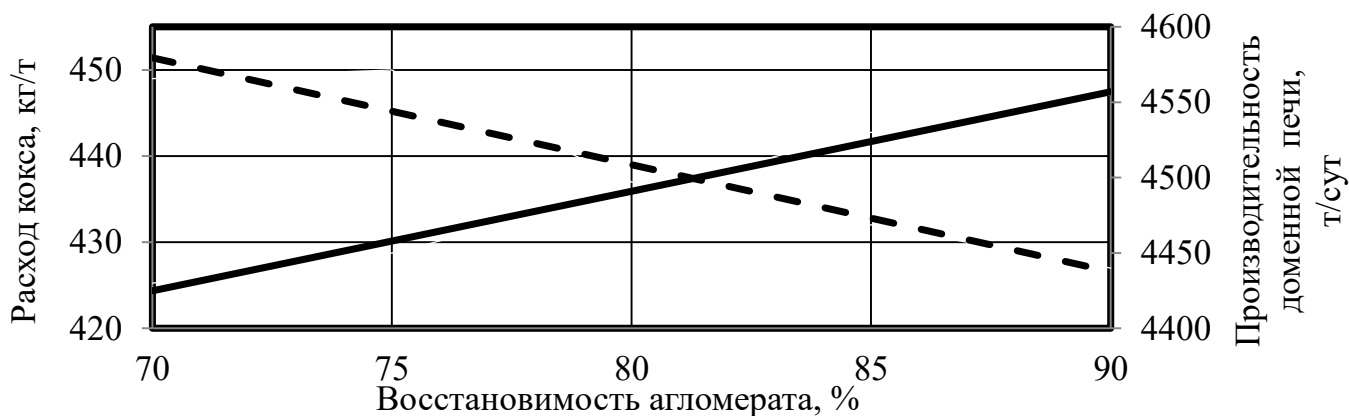


Рисунок 3 – Влияние восстановимости агломерата на расход кокса и производительность доменной печи: (---) – расход кокса,

(—) – *производительность*

Флюсы вводятся в шихту в виде известняка, извести, известкового молока, мела и доломита. Каждая из этих добавок интенсифицирует процесс спекания по-разному и требует своих специфических требований к подготовке.

Отличительной особенностью офлюсованных агломератов является меньшее содержание фаялита (Fe_2SiO_4) и склонность к распаду (разрушению) с течением времени, что объясняется модификационным превращением ортосиликата кальция и наличием свободной извести. Однако такой агломерат подвержен растрескиванию и распаду при хранении, транспортировке и загрузке в доменную печь.

Вопросами влияния фракционного состава вводимого флюса в шихту на физико-механические свойства агломерата занимались Вегман Е.Ф., Витькина Г.Ю., Коротич В.И., Мансурова Н.Р., Свириденко Ж.В., Сладков А.С., Фролов Ю.А., Шмат К.В. В результате данных исследований было выявлено, что снижение размера частичек известняка, добавляемого в агломерационную шихту, требует меньшего времени на полное разложение отдельного зерна флюсов, что ускоряет его реакцию с окружающей кремнекислотой руды и тем эффективнее образует кальциевый силикат за короткий период действия высоких температур в зоне спекания агломашины [1, 2, 5]. Прочность и стойкость аглоспека в зависимости от крупности вводимого флюса и степени основности агломерата [1, 5] показана в таблице.

Таблица – Фракционный состав агломерата при введении в шихту различной фракции известняка

| Продолжительность хранения, сутки | Использование в шихте известняка фракцией, мм | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0–1 | | | 0–3 | | | 0–5 | | |
| | Выход фракций агломерата, % | | | | | | | | |
| | +12 | 12–6 | 5–0 | +12 | 12–6 | 5–0 | +12 | 12–6 | 5–0 |
| 1 | 100 | – | – | 100 | – | – | 100 | – | – |
| 6 | 96,1 | 0,9 | 3,0 | 95,8 | 0,7 | 3,5 | 90,2 | 4,8 | 5,0 |
| 12 | 93,7 | 2,2 | 4,1 | 90,4 | 3,5 | 6,9 | 85,4 | 10,2 | 4,4 |
| 18 | 87,3 | 3,5 | 9,2 | 85,2 | 8,4 | 6,4 | 71,0 | 18,3 | 10,7 |
| 24 | 85,6 | 6,4 | 8,0 | 82,3 | 10,2 | 6,5 | 62,1 | 25,4 | 12,5 |
| 30 | 78,7 | 10,2 | 11,1 | 77,8 | 11,2 | 11,0 | 42,1 | 32,3 | 25,6 |
| Содержание мелочи в агломерате, % | 2,5–3,5 | | | | | | 8–9 | | |

Прочностные свойства и стойкость агломерата, полученного с использованием флюсов крупностью 0–1 и 0–3 мм, значительно лучше по сравнению с показателями агломерата, полученного с применением известняка фракцией 0–5 мм, который после тридцатидневного хранения превращается на 60% в мелочь. Из этого следует, что размер кусков известняка не должен превышать 3 мм, а желательно его снизить до 0–1 мм или даже 0–0,5 мм. Из исследования

состояния агломерата видно, что причиной его распада являются вкрапления свободного флюса, который при поглощении атмосферной влаги вызывает механическое разрушение агломерата [5].

Результаты исследования. В ходе аналитического исследования установлено, что при наличии в шихте более крупных кусков флюсов, их включения не успевают прореагировать с кремнекислотой рудного материала, и остаются в агломерате в виде включений свободной окиси кальция, которая при дальнейшем хранении гасится с образованием гидрата окиси кальция и, расширяясь в объеме, разрушает агломерат. Остаток неразложившегося известняка или скопления неусвоенной извести являются одной из причин снижения прочности офлюсованного агломерата, что можно предупредить увеличением тонкости помола известняка и доломита (до 0–2 мм) и улучшением смешивания агломерационной шихты.

Выводы. Выполнен анализ эффективности работы аглодоменного процесса при использовании различной крупности вводимых в шихту агломерационных флюсов.

Установлено влияние фракционного состава дробленых флюсов на параметры агломерационного и доменного процесса. При этом, одной из причин снижения прочности и стойкости офлюсованного агломерата является остаток неразложившегося известняка или скопления неусвоенной извести и известняка, что можно предупредить увеличением тонкости помола флюсов.

Список литературы

1. Коротич, В.И. Агломерация рудных материалов. Научное издание / Коротич В.И., Фролов Ю.А., Бездежский Т.Н. / Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2003. – 400 с.
2. Metallurgy of cast iron. Textbook for universities / E.F. Vegman [и др.]. – М.: «Академкнига», 2004. – 774 с.
3. Мансурова, Н.Р. Влияние генезиса и основности шихты на минералогический состав и металлургические свойства агломерата: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.16.02 / Мансурова Наталья Рамилевна. – М. МГИСИС., 2007. – 26 с.
4. Витькина, Г.Ю. Исследование влияния металлургических характеристик железорудного сырья и кокса на эффективность доменной плавки / Г.Ю. Витькина, А.Н. Дмитриев, Ю.А. Чесноков // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов II Всероссийской научно–практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ 2013) с международным участием (Екатеринбург, 28–29 марта 2013 г.). – Екатеринбург: УрФУ. – 2013. – С. 28–34
5. Парфенов, А.Н. Основы агломерации железных руд / А.Н. Парфенов. – М.: Metallurgizdat, 1961. – 319 с.

УДК 669.02/.09

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ВЫГРУЗКИ ИЗВЕСТИ ИЗ ШАХТНЫХ ОБЖИГОВЫХ ПЕЧЕЙ

М.Ю. Ткачев, к. т. н., доцент, mishel-tkachev@ya.ru

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра механического оборудования заводов черной металлургии
им. проф. Седуша В.Я.*

Ткачев М.Ю. Задачи обеспечения стабильности процесса обжига известняка в шахтных печах являются актуальными в настоящее время. Выгрузочные устройства печей должны реализовывать постепенную выдачу обожженного материала по всему периметру и сечению печи. Однако не все известные устройства обладают такими возможностями. Разработка отечественных более совершенных конструкций выгрузочных устройств составила цель исследования. В работе представлены выгрузочные устройства с плоскопараллельным движением стола (пода), оснащенные ножами-скребками и долотами для автоматического разрушения образующихся спекшихся кусков, и позволяющие равномерно выгружать обожженный материал. Разработки позволяют реализовать импортозамещение по данному виду оборудования.

Ключевые слова: шахтная печь; выгрузочное устройство; известняк; известь; сыпучий материал.

Tkachev M.Y. The tasks of the process stability ensuring of limestone calcining in the shaft furnaces are relevant currently. Unloading devices of furnaces should realize the gradual delivery of calcined material around the entire perimeter and section of the furnace. However, not all known devices have such capabilities. The development of domestic more advanced designs of unloading devices was the goal of the research. The work presents unloading devices with plane-parallel movement of the table (hearth), equipped with knife-scrapers and chisels for automatic destruction of the resulting sintered pieces and allowed uniformly unload the calcined material. Developments make it possible to implement the import substitution for this type of equipment.

Keywords: shaft furnace; unloading device; limestone; lime; dry material.

Введение. Шахтные печи для обжига известни получили наибольшее распространение, поскольку работая по принципу противотока (опускающийся слой материала омывается встречным потоком газа) в сравнении с вращающимися печами они обеспечивают наилучшие экономические показатели данного технологического процесса. Стабильность разложения карбоната кальция (известняка) на оксид кальция (негашеная известь) и диоксид углерода (углекислый газ) во многом предопределяется работой выгрузочного устройства готового материала из печи, а также его способностью осуществлять этот процесс

равномерно по периметру сечения обжигового агрегата. В настоящее время в мире создано достаточно большое количество конструкций таких устройств, однако практически ни одно из них не удовлетворяет в полной мере комплексу требований, касающихся надежности, эффективности работы и т.п. По этим причинам часто возникают потери, обусловленные получением готового продукта низкого качества, снижением производительности печи из-за образующихся так называемых спеков и появляющейся необходимостью их разрушения [1]. Технологией металлургического, а также агломерационного производств предъявляются достаточно высокие требования к физико-химическим характеристикам обожженной извести, поскольку от них непосредственно зависит как качество получаемой стали, чугуна, так и исходных шихтовых материалов (агломерата, окатышей, флюсов).

Ввиду этого задачи разработки высокоэффективных конструкций устройств выгрузки извести из шахтной обжиговой печи являются актуальными в настоящее время. Освещение отечественного опыта разработки данного вида оборудования с непосредственным участием автора и составило *цель* настоящего *исследования*.

Материал и методы. С целью устранения недостатков известных из уровня техники решений [2] был предложен ряд конструкций выгрузочных устройств шахтных обжиговых печей. Первая из них позволяет реализовать плавное плоскопараллельное движение выгрузочного стола (пода) печи относительно ее шахты (рис. 1). Данная конструкция приводится в действие электромеханическим приводом и позволяет максимально равномерно по периметру печи выдавать в приемный бункер обожженную известь [3].

В зависимости от природных особенностей физико-химических свойств известняка, а также случаев несоблюдения технологии обжига в производственной практике получили достаточно большое распространение случаи образования спекшихся кусков обжигаемого материала в печи, препятствующих ее нормальному ходу. Такие образования, как правило, разрушаются вручную при помощи специальных приспособлений, что влечет необоснованные дополнительные временные и трудовые затраты. С целью механизации и автоматизации такой операции с одновременной выдачей обожженного материала из печи были предложены две новые конструкции выгрузочных устройств (рис. 2, 3).

Одна из них (рис. 2) представляет собой четыре полукруглых ножа-скребка, своими концами шарнирно связанные с четырьмя толкателями прямоугольного сечения, каждый из которых удерживается в горизонтальной плоскости роликовой проводкой и вторым своим концом соединен посредством оси со штоком силового гидrocилиндра, жестко закрепленного на консольной пло-



Рисунок 1 – Физическая модель выгрузочного устройства со столом, совершающим плоскопараллельное движение



а



б



в

Рисунок 2 – Физическая модель выгрузочного устройства, оснащенного ножами-скребками: а – общий вид; б, в – нейтральное положение элементов устройства в режиме холостого хода и при действии номинальных нагрузок соответственно

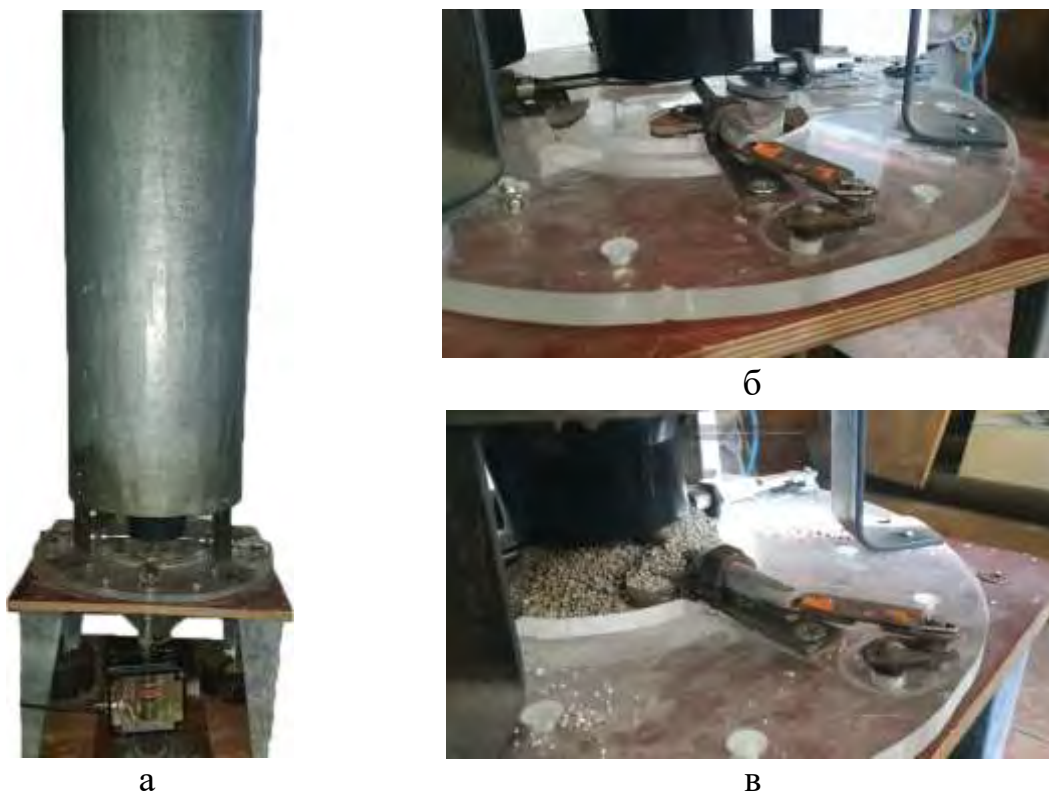


Рисунок 3 – Физическая модель выгрузочного устройства, оснащенного клиновидными сегментами и долотами: а – общий вид; б, в – положение элементов устройства в режиме холостого хода и при действии номинальных нагрузок соответственно

щадке. Разрушение спека происходит благодаря последовательному образованию двух пар челюстей, оказывающих на него силовое воздействие в двух взаимно перпендикулярных плоскостях [4].

Другое, более совершенное устройство из данной разновидности конструкций (рис. 3) состоит из четырех независимых механизмов, которые размещены на концах двух диаметров круглого пода печи и снабжены индивидуальным электромеханическим приводом. Каждый из четырех механизмов включает самотормозящийся червячный мотор-редуктор с регулируемой частотой вращения выходного вала, на котором закреплен кривошип, шарнирно связанный с одним из концов шатуна. Второй конец шатуна посредством оси соединен с ползуном, состоящим из долота круглого сечения, имеющего возможность возвратно-поступательного перемещения во втулке направляющей опоры и жестко связанного с клиновидным сегментом, расположенным на неподвижном поде круглой формы, смонтированным с зазором относительно конической горловины корпуса печи над коническим коллектором.

Механизм работает следующим образом. После заполнения обожженной известью проема между срезом конической горловины корпуса печи и ее круглым подом запускают мотор-редуктор, который приведет во вращение в горизонтальной плоскости закрепленный на его выходном валу кривошип. Благодаря шарнирно связанному кривошипу с шатуном крутящий момент, развивае-

мый мотор-редуктором, преобразуется в усилие, передаваемое долотом и связанным с ним клиновидным сегментом к центру круглого пода. При этом заостренным концом долота разрушается (при наличии) спекшаяся часть материала, образующаяся вблизи вертикальной оси шахты, а его кусковая фракция пересыпается через верхний срез клиновидного сегмента и под углом естественного откоса располагается за ним на краю пода. Во время обратного хода кривошипно-шатунного механизма клиновидный сегмент своей массивной частью сдвигает находящиеся за ним слой материала к кольцевой щели, через которую он сыпается в конический коллектор. Следует отметить то, что во время выгрузки обожженной извести работают два механизма, противоположно расположенные на одном диаметре круглого пода печи. Два других находятся в резерве в крайних начальных положениях, что позволяет не прерывать технологический процесс обжига известняка при возникновении неисправности функционирования механизмов, благодаря запуску в работу резервной пары, что в конечном итоге дает возможность сократить в два раза простой печи, связанный с ее обслуживанием и ремонтом.

Результаты исследования. Проектированию конструкций и приводов физических моделей выгрузочных устройств шахтных печей предшествовал этап разработки методики расчета их конструктивных, кинематических и энергосиловых параметров. С использованием этих моделей была осуществлена проверка на адекватность разработанных теоретических зависимостей, а также оценена с использованием тензометрического контрольно-измерительного комплекса равномерность выгрузки сыпучего материала по периметру печи [1]. Во всех случаях подтвердилась работоспособность принятых технических решений. Пересчет с использованием положений теории подобия производительности выгрузочных устройств, произведенный для промышленных образцов, показывает, что конструкции способны обеспечить заданную производственной программой производительность.

Выводы. Таким образом, новые конструкции позволяют ликвидировать присущие импортным аналогам недостатки, а также автоматически производить разрушение образующихся во время обжига спеков. Наличие отечественных разработок в этой области позволит реализовать их импортозамещение.

Список литературы

1. Eron'ko S.P. Numerical Analysis and Design of an Efficient System of Unloading of Lime from a Shaft Burning Furnace / S.P. Eron'ko, M.Yu. Tkachev, E.V. Oshovskaya et al. // Translated from Metallurg. – 2018. – Vol. 62. – № 7. – P. 38-43.
2. Еронько С.П. Разработка системы выгрузки извести из шахтной обжиговой печи / С.П. Еронько, М.Ю. Ткачев, Е.Н. Смирнов и др. // Бюллетень научно-технической и экономической информации «Черная металлургия». – 2017. – № 12. – С. 66-69.
3. Патент 2623402РФ, МПК F27B 1/20. Устройство для разгрузки шахтной известковогазовой печи / Смирнов Е.Н., Еронько С.П., Ткачев М.Ю. и др.; ФГАО ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». – 2016119781; заявл. 23.05.2016; опубл. 27.06.2017.
4. Еронько С.П. Разработка гидравлического привода системы выгрузки извести из шахтной обжиговой печи / С.П. Еронько, М.Ю. Ткачев, И.В. Клименко и др. // Инновационные перспективы Донбасса: сб. матер. V Межд. науч.-практ. конф. В 6 т. Т. 3. Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов., 21-23 мая 2019 г., Донецк. – Донецк: ДонНТУ. – С. 34-39.

УДК 669.162.1:622.788.32

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

С.П. Еронько, д.т.н., зав. кафедрой, ersp@meta.ua

А.О. Майстренко, магистрант

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра механического оборудования заводов черной металлургии
им. проф. Седуша В.Я.*

Еронько С.П., Майстренко А.О. Целью работы является оценка перспектив переработки промышленных отходов и обозначение задач, связанных с созданием передовых технологий утилизации побочных продуктов производства и эффективного оборудования для их реализации.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о насущной необходимости продолжения проведения работ, направленных на снижение количества накапливаемых отходов на территориях промышленных зон.

Ключевые слова: промышленные отходы; рециклинг; окускование; брикетирование; двухвалковый пресс.

Eron'ko S.P., Maystrenko A.O. The aim of the work is to assess the prospects of processing industrial waste and designate the tasks associated with the creation of advanced technologies for the disposal of by-products of production and effective equipment for their implementation.

The results of the studies indicate the urgent need to continue the work aimed at reducing the amount of accumulated waste in the territories of industrial zones.

Key words: industrial waste, recycling, agglomeration, briquetting, twin roll press.

Введение. Проблемы, связанные с накоплением в отвалах металлосодержащих побочных промышленных продуктов, наносящих вред окружающей среде, потребовали принятия действенных мер по их решению. В связи с этим в свое время были основаны Европейская ассоциация по шлаку и Институт промышленной циркуляции вторичного сырья. По данным, опубликованным этими организациями, суммарный объем утилизации металлургических шлаков в развитых странах уже превысил 93 %, а переработка промышленных отходов позволяет ежегодно получать полезные товары на сумму, превышающую 70 млрд. долларов [1].

Совершенно иная картина, отражающая состояние дел в данной области человеческой деятельности, наблюдается в странах СНГ. Например, на Укра-

ине площадь, занимаемая свалками промышленных отходов, превышает 160 тыс. гектаров, а их ежегодный прирост уже достиг 1 млрд. тонн [2].

В Российской Федерации только в зоне расположения Магнитогорского металлургического комбината за полувековой промежуток времени его работы в шламохранилищах накопилось более 11 млн. тонн побочных продуктов с содержанием в них железа до 30 % [3].

Постоянно растущие темпы накопления вторичных сырьевых материалов с достаточно высокой концентрацией в них ценных компонентов вызывают насущную необходимость их рециклинга.

Цель исследования. Целью настоящей работы является анализ путей успешного решения проблем, обусловленных наличием большого количества свалок, отвалов и шламохранилищ, формировавшихся десятилетиями вблизи городов промышленно развитых районов Донецкой Народной Республики.

Материал и методы. Зарубежный опыт позволяет сделать вывод о том, что переработку и утилизацию производственных отходов целесообразно выполнять в условиях специального технологического комплекса, являющегося микро-заводом с неполным металлургическим циклом [4]. В структуру такого микро-завода должны входить подготовительное, плавильное и разливное отделения. Необходимость в предварительной подготовке исходных сырьевых материалов обусловлена тем, что ценные для сталеплавильного передела компоненты содержатся в шламах, шлаках, прокатной окалине и стружке, т.е. в мелкофракционных материалах, которые нельзя применять в существующем состоянии в качестве твердой части шихты электродуговой печи или кислородного конвертера. Поэтому исходное сырье подлежит обязательному окучкованию. Для этой цели приоритетным является процесс брикетирования, выгодно отличающийся по ряду показателей от способов агломерации и производства окатышей. При этом с целью сохранения неизменности состава и свойств ингредиентов, образующих структуру брикетов, для их получения предпочтительно использовать способ холодного брикетирования, отличающийся простотой реализации и малой энергоемкостью. Однако такая технология брикетирования требует тщательного подбора состава и процентного содержания прессуемых материалов, а также применяемых связующих добавок органического или минерального происхождения [5].

Результаты исследования. Для успешной реализации процесса формообразования брикетов достаточной прочности, с минимальными энергетическими затратами и высокой производительностью рекомендуется применять двухвалковые прессы, снабженные устройствами предварительного уплотнения прессуемого материала. В сравнении со штемпельными прессами циклического действия при прочих равных условиях они обеспечивают большую производительность с меньшим в 1,5 раза энергопотреблением [6].

На кафедре механического оборудования заводов черной металлургии Донецкого национального технического университета была предложена идея разработки малогабаритного двухвалкового прессы производительностью до 3 т/час для получения брикетов, используемых в качестве шихты при выплавке чугуна

на в доменных печах объемом до 130 м³, а также для частичной замены металлолома в процессе производства стали в электродуговых печах или кислородных конвертерах тоннажностью от 3 до 10 т в условиях функционирования микро-завода по переработке металлосодержащих отходов. На рис. 1 показан экспериментальный образец такого пресса. С его использованием провели комплексные лабораторные исследования с целью получения информации о процессе формообразования брикетов из отходов прокатного производства. Смесь для их получения в своем составе содержала в различных пропорциях прокатную окалину и технологическую связку с заданной влажностью. В качестве комплексного связующего материала использовали слабообожженный доломит, смешанный с церезитом.



Рисунок 1 – Экспериментальный образец двухвалкового брикетного пресса

Результаты испытаний полученных брикетов на ударную прочность, проведенные по стандартной методике путем их многократного сбрасывания с высоты 2 м на металлическую плиту и последующим определением выхода фракции менее 5 мм, приведены в таблице, данные которой свидетельствуют о том, что содержание окалины и связующих в исходном материале брикетируемой массы должно составлять 60 – 70 и 30 – 40 % соответственно.

Таблица

Результаты испытаний полученных брикетов из прокатной окалины на ударную прочность

| Состав исходной смеси, % | | | Отсев фракции менее 5 мм после количества сбрасываний | | | | | | | |
|--------------------------|---------|---------|---|-----|----------|------|----------|------|----------|------|
| Окалина | Доломит | Церезит | 5 | | 10 | | 15 | | 20 | |
| | | | Масса, г | % | Масса, г | % | Масса, г | % | Масса, г | % |
| 60 | 25 | 15 | 3,9 | 2,2 | 4,5 | 2,5 | 5,7 | 3,2 | 7,5 | 4,2 |
| 70 | 20 | 10 | 7,5 | 4,2 | 10,6 | 5,9 | 12,9 | 7,2 | 18,6 | 10,4 |
| 80 | 15 | 5 | 10,8 | 6,0 | 18,3 | 10,2 | 24,6 | 13,7 | 36,6 | 20,4 |

Наряду с поиском рационального состава брикетируемой смеси во время проводившихся экспериментов осуществляли контроль энергосиловых параметров привода пресса, для чего использовали измерительный комплекс, включавший тензорезисторный преобразователь, усилитель переменного тока и персональный компьютер с аналого-цифровым преобразователем типа L-154. Полученные данные [7, 8] послужили основой для расчета и конструирования промышленного образца двухвалкового пресса с нижеприведенными конструктивными и рабочими характеристиками.

Техническая характеристика разработанного двухвалкового пресса

| | |
|--|--------------------|
| Производительность, т/ч | 2 |
| Давление прессования, МПа | 25 |
| Усилие прессования, кН | до 200 |
| Размеры вала, мм: | |
| диаметр | 300 |
| длина рабочей части | 190 |
| Мощность привода, кВт: | |
| вращения валков | 7,5 |
| вращения шнека | 1,8 |
| Объем брикета, см ³ | 70 |
| Размер пресса, включая привод (L × B × H), мм | 2250 × 1400 × 2185 |
| Масса пресса, кг | 2750 |

Пресс разработанной конструкции может быть использован в условиях экспериментального завода ООО «Энергокапитал» (г. Макеевка Донецкой области), на котором внедрена технология, обеспечивающая переработку в мини-доменной печи объемом 128 м³ окатышей из угольного и металлургического шламов в качественный чугун. При этом получаемые попутные продукты - гранулированный шлак и доменный газ - в дальнейшем используют в качестве строительного материала и топлива в установках, генерирующих электроэнергию. Замена окатышей брикетами позволит повысить технико-экономические показатели доменной печи.

Получаемые брикеты из промышленных отходов соответствующего состава имеют перспективу применения и в сталеплавильном производстве для частичной замены металлического лома в твердой части шихты, загружаемой в электродуговую печь или кислородный конвертер. Как известно, современные технологии производства стали предполагают использование в различных пропорциях жидких и твердых материалов. При выплавке стали в кислородном конвертере предельная доля твердой шихты составляет 25 %. В то же время получение стали в электродуговой печи считается рентабельным, когда доля жидкого чугуна в шихте не превышает 40 %. Использование в качестве твердой шихты брикетов из металлосодержащих отходов позволит расширить диапазон возможных пропорций исходных сырьевых материалов, применяемых в различных фазовых состояниях, при наличии на микро-заводе двух видов сталеплавильных агрегатов, функционирующих во взаимной привязке. Это дает возможность производителю металлопродукции более гибко регули-

ровать соотношение перерабатываемых жидких и твердых шихтовых материалов с учетом меняющихся цен на сырье и энергию, что в конечном счете позволит заметно снизить себестоимость выпускаемого продукта.

Таким образом, наряду с инвестиционной привлекательностью, побудительным мотивом к началу развития микро-заводов по переработке металлосодержащих отходов, является назревшая необходимость в действенных мерах по улучшению экологической обстановки в промышленных районах ДНР, чему будет способствовать сокращение объемов отходов, накапливаемых в отвалах.

Выводы. Выполнен анализ состояния и тенденций развития переработки побочных продуктов предприятий горно-металлургического комплекса. В соответствии с обозначенной концепцией, такую переработку целесообразно выполнять в условиях микро-завода, в состав которого входит подготовительный участок для окускования методом брикетирования мелкофракционных отходов угледобывающей, коксохимической и металлургической промышленности. Полученные брикеты можно использовать в качестве заменителей металлической шихты, топливных и восстановительных добавок, регуляторов шлакового режима, раскислителей и легирующих при реализации сталеплавильных процессов в электродуговых печах или кислородных конвертерах малой тоннажности. Рециклинг техногенных образований позволяет не только получить существенный экономический эффект за счет снижения себестоимости металлопродукции, но и улучшить экологическую обстановку в промышленных зонах республики благодаря сокращению накопления производственных отходов в отвалах, находящихся на их территории.

Список литературы

1. Винер, Р. Переработка вторичного сырья / Р. Винер // Металлолом. – 2011. – № 2. – С. 9.
2. Шатоха, В.И. Вторичные ресурсы металлургии / В.И. Шатоха, С.И. Пинчук. – Днепропетровск: РИА «Днепр-VAL», 2009. – 338 с.
3. Черноусов, П.И. Рециклинг. Технологии переработки и утилизации техногенных образований и отходов черной металлургии. – М.: МИСиС, 2011. – 428 с.
4. Концепция построения и развития микрозаводов по переработке некачественной шихты и металлосодержащих отходов / С.П. Еронько, С.М. Горбатюк, Е.В. Ошовская и др. // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2019. – Т. 75, № 9. – С. 1029-1036.
5. Брикетирование металлургического сырья. Актуальность и пути развития метода / Б.Н. Маймур, А.Ю. Худяков, В.И. Петренко и др. // Черная металлургия: Бюл. ин-та «Черметинформация». – 2016. – № 1. – С. 74-81.
6. Ожогин, В.В. Основы теории и технологии брикетирования измельченного металлургического сырья: Монография / В.В. Ожогин. – Мариуполь: ПГТУ, 2010. – 442 с.
7. Еронько, С.П. Малогабаритный двухвалковый брикетный пресс мобильного базирования / С.П. Еронько, А.С. Старостин // Металлургические процессы и оборудование. – 2011. – № 4 (26). – С. 14-21.
8. Еронько, С.П. Процесс формообразования качественных брикетов из прокатной окалины / С.П. Еронько, Е.В. Ошовская, К.Ю. Бабак // Металлургические процессы и оборудование. – 2013. – № 3 (33). – С. 61-71.

УДК 64.012.42

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

А.А. Корепов, студент,
Е.А. Буленков, к.т.н., доцент, bulenkov@ukr.net

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра технологии машиностроения

Корепов, А.А., Буленков Е.А. В данной статье исследуется возможность применения технологий дополненной реальности в машиностроении. Рассмотрены ключевые моменты внедрения данных технологий, особенности использования и трудности внедрения.

Ключевые слова: Индустрия 4.0; дополненная реальность; производство; машиностроение.

Korepov, A.A., Bulenkov E.A. This article explores the possibility of using augmented reality technologies in mechanical engineering. The key points of the implementation of these technologies, the features of use and the difficulty of implementation are considered.

Key words: Industry 4.0, augmented reality, production, engineering.

Введение. Основным направлением развития машиностроения в последние годы является внедрение технологий Индустрии 4.0. К сожалению, современный уровень инвестиций в развитие производства не дает в полной мере реализовать все эти технологии в Донбассе, однако некоторые из них, например технологии дополненной реальности, не требуют значительных инвестиций и могут быть реализованы. За последнее десятилетие были достигнуты значительные успехи, и данные технологии приближаются к внедрению в промышленности [1, 2]. К сожалению, некоторые технические проблемы до сих пор не позволяют использовать их в промышленном производстве.

Цель исследования. Целью исследования является рассмотрение особенностей технологии дополненной реальности применительно к промышленным технологическим процессам.

Материал и методы. Главная цель технологии дополненной реальности – информирование человека об окружающей обстановке и предоставление всей необходимой информации об окружающих объектах (как визуальной, так и звуковой). Системы дополненной реальности могут использоваться как автономно, например, индикаторы на лобовом стекле автомобилей, самолетов, вертолетов, так и совместно с системами виртуальной и

смешанной реальностей как дополнительные информационные системы и элементы интерфейса.

Повышение производительности труда человека, путем предоставления необходимой информации для конкретной задачи является целью дополненной реальности. В последнее время использование дополненной реальности распространяется на различные области производства.

Результаты исследования. Принцип дополненной реальности – это сочетание двух сценариев: реальность с цифровой обработкой и искусственные 2D и 3D-объекты. Особенности системы дополненной реальности являются [2]:

- 1) способность комбинировать реальные и виртуальные объекты в реальной среде;
- 2) способность встраивать друг в друга реальные и виртуальные объекты;
- 3) способность работать в интерактивном режиме, в 3D и в режиме реального времени.

Чтобы пользователь мог визуализировать информацию, устройства дополненной реальности используют следующие типы представления:

- видео - объединенные миры (реальный и виртуальный) в одном цифровом представлении;
- оптический - реальный мир с виртуальными объектами, наложенными непосредственно на вид;
- наложенный - прямое проецирование виртуальных объектов на сетчатку с использованием маломощного лазерного излучения;
- голограмма - смесь реального мира с виртуальными объектами с использованием фотометрической эмульсии;
- проекция - проекция виртуальных объектов непосредственно на объекты реального мира с использованием цифрового проектора.

Использование дополненной реальности в производственных процессах, связанных с моделированием, поддержкой и обслуживанием, помогает повысить производительность труда операторов [3]. Технологии дополненной реальности повышают восприятие реальности оператором. При этом присутствуют значительные сложности с визуальным оформлением элементов дополненной реальности.

При проектировании объектов дополненной реальности сложно применять принципы и правила, например, разработанные для пользовательских интерфейсов компьютерных программ, так как объекты виртуальной реальности встраиваются в реальную среду, которая динамически изменяется. Объекты виртуальной реальности должны подстраиваться под цветовое оформление реальной среды и не вызывать дискомфорта в восприятии, надписи и обозначения должны быть читаемыми и понятными на любом фоне. Сам размер элементов дополненной реальности тоже не определен, и может меняться в зависимости от окружающей среды.

Выводы. Таким образом, несмотря на очевидные преимущества, использование технологий дополненной реальности в производстве сталкивается со значительными трудностями, не относящимися непосредственно к вопросам технического характера. Принципы и правила оформления элементов дополненной реальности относятся, скорее, к области дизайна и должны формулироваться специалистами в данной области.

Список литературы

1. Системы виртуальной, дополненной и смешанной реальности: учебное пособие / А.А. Смолин и др. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. – 59 с.
2. Sanjay, J. Manufacturing data analytics using a virtual factory representation / J. Sanjay, S. Guodong, S. Seung-Jun // International Journal of Production Research. – 2017. – № 18. – P. 5450-5464.
3. A systematic review of augmented reality applications in maintenance / R. Palmarini // Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. – 2017. – Vol. 49. – P. 215-228.

УДК 621.695

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНЫХ ЭРЛИФТНЫХ УСТАНОВОК СО СТРУЙНЫМИ КОМПРЕССОРАМИ

А.П. Кононенко, д.т.н., зав. кафедрой
Р.И. Божко, аспирант, bozhko342@mail.ru

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра энергомеханических систем*

Кононенко А.П., Божко Р.И. Целью работы является обоснование рациональной области применения нагнетательных эрлифтных установок в сравнении с эрлифтными установками традиционной конструкции.

В принципиальной схеме обеспечивается избыточное давление в воздухоотделителе и подача воздуха под избыточным давлением на всас воздухоструйного (струйного) компрессора. Используя разработанную аналитическую методику, а также программу для численного анализа параметров струйного компрессора проведено исследование работы нагнетательных эрлифтных установок, выявлены особенности рабочего процесса и показатели энергоэффективности.

Проведенное исследование доказывает практически равноценную энергоэффективность работы нагнетательных эрлифтных установок со струйными компрессорами в сравнении с традиционными эрлифтными установками при возможности напорного транспортирования жидкости нагнетательными эрлифтными установками, что расширяет область применения эрлифтов.

Ключевые слова: нагнетательный эрлифт, струйный компрессор, коэффициент инжекции, удельный расход воздуха.

Kononenko A.P., Bozhko R.I. The aim of the work is to substantiate the rational field of application of pressure airlift installations in comparison with airlift installations of a traditional design.

In the circuit diagram, excess pressure in the air separator and air supply under excess pressure to the intake of the air-jet (jet) compressor are provided. Using the developed analytical technique, as well as a program for the numerical analysis of the parameters of the jet compressor, a study was conducted of the operation of pressure airlift installations, the features of the working process and energy efficiency indicators were identified.

The conducted study proves the almost equivalent energy efficiency of the operation of pressure airlift systems with jet compressors in comparison with traditional air-lift systems with the possibility of pressure transportation of liquid by pressure air-lift systems, which expands the scope of airlift systems.

Key words: *pressure airlift, jet compressor, injection coefficient, specific air flow.*

Введение. Доказана возможность напорного транспортирования жидкости (гидросмеси) от воздухоотделителя к потребителю нагнетательными эрлифтными установками с радиальными нагнетателями [1]. Однако параметры сжатого воздуха (давление, расход), производимого серийно выпускаемыми радиальными нагнетателями, зачастую не соответствуют требуемым для заданной эрлифтной установки, а сами нагнетатели являются достаточно конструктивно сложными и относительно дорогостоящими. Это приводит к ощутимому увеличению приведенных расходов на единицу объема транспортируемой жидкости (гидросмеси) и применение радиальных нагнетателей в качестве источников пневмоэнергии для газожидкостных подъемников в этих условиях становится нецелесообразным. Установление рациональной области применения нагнетательных эрлифтных установок со струйными компрессорами на основе обоснования целесообразных параметров их рабочего процесса является актуальной научной задачей, имеющей существенное практическое приложение.

Цель исследования. Целью настоящего исследования является обоснование рациональной области применения нагнетательных эрлифтных установок со струйными компрессорами, запитанными от пневмосетей внутренних нужд предприятий, на основе установления особенностей рабочего процесса и энергоэффективности их работы.

Материал и методы. Принципиальная схема (рис. 1), последовательность запуска и работа нагнетательной эрлифтной установки со струйным компрессором преимущественно аналогичны принципиальной схеме, последовательности запуска и работе нагнетательной эрлифтной установки с радиальным нагнетателем [1]. Отличием рассматриваемой нагнетательной эрлифтной установки является включение в ее состав струйного компрессора 12 с трубопроводом рабочего воздушного потока 10, подсоединенного к пневмосети предприятия (рис. 1), взамен радиального нагнетателя с влагоотделителем.

Согласно теоретическим выкладкам [2, 3, 4] для эрлифтной установки с эрлифтом традиционной технологической схемы и струйным аппаратом с использованием компьютерной программы для вычисления коэффициента инжекции газоструйного компрессора u [5] в диапазонах значений $H = 3 \div 10$ м, $\alpha = 0,20 \div 0,50$, $p_p = 0,4 \div 0,8$ МПа и принятых соотношений $p_n = p_{n0} = p_0$, $p_c = p_{cm}$ определены зависимости $q_p/q = f(\alpha)$, $q_p/q = f(H)$, $q_p/q = f(p_p)$ (рис. 2).

Как пример, при $p_p = 0,6$ МПа в диапазоне $H = 3 \div 10$ м уменьшение относительного погружения смесителя от $\alpha = 0,5$ до $\alpha = 0,2$ обеспечивает уменьшение относительного удельного расхода рабочего воздуха q_p/q от $\sim 0,40 \div 0,75$ до $\sim 0,32 \div 0,38$ за счет более интенсивного увеличения коэффици-

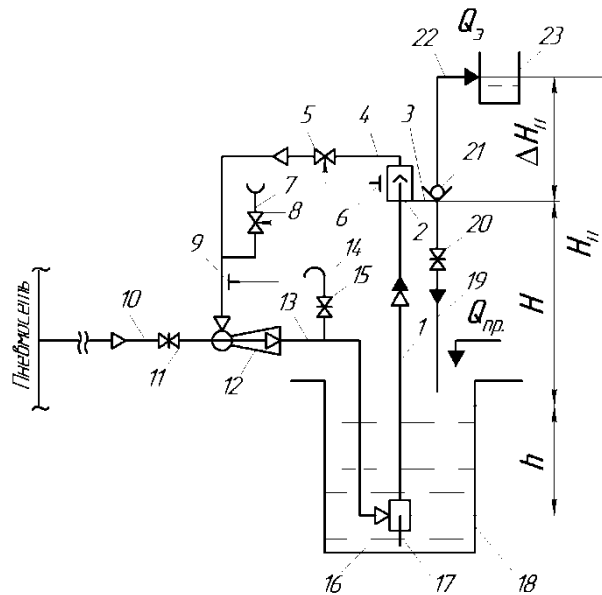


Рисунок 1 – Принципиальная схема нагнетательной эрлифтной установки со струйным компрессором: 1 – подъемная труба; 2 – воздухоотделитель; 3 – сливная труба; 4 – воздухоотводящая труба; 5, 8 – регулирующие клапаны; 6 – датчик уровня; 7 – патрубок; 9 – датчик давления; 10 – трубопровод рабочего воздушного потока; 11 – задвижка запорно-регулирующая; 12 – компрессор струйный; 13 – напорный воздухопровод; 14 – пусковой патрубок; 15, 20 – задвижка; 16 – смеситель; 17 – подающая труба; 18 – зумпф; 19 – сбросной трубопровод; 21 – обратный клапан; 22 – отводящий трубопровод; 23 – потребитель перекачиваемой жидкости

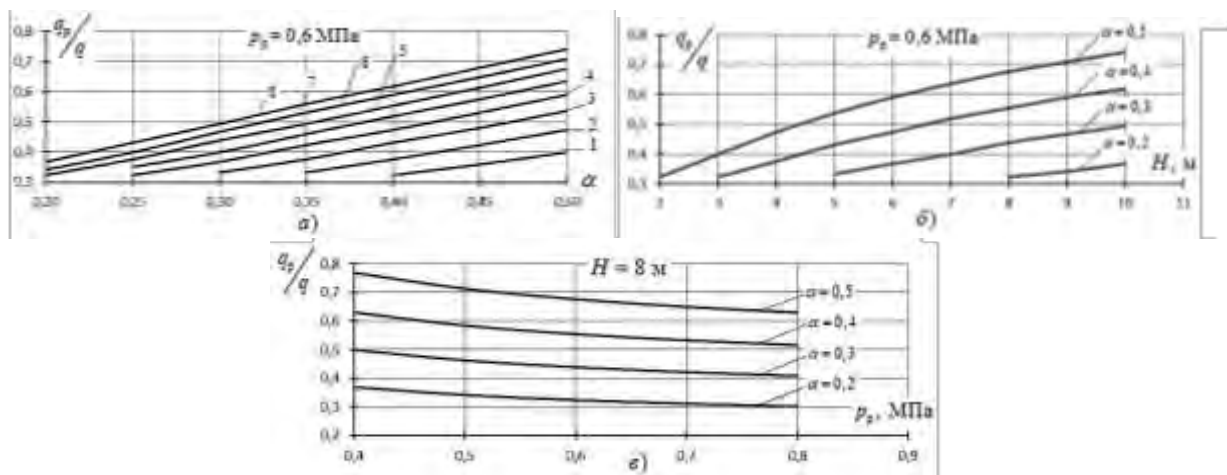


Рисунок 2 – Зависимости относительного удельного расхода рабочего воздуха q_p/q от: а) относительного погружения смесителя α (при H : 1 – 3 м, 2 – 4 м, 3 – 5 м, 4 – 6 м, 5 – 7 м, 6 – 8 м, 7 – 9 м, 8 – 10 м); б) высоты подъема эрлифта H ; в) давления рабочего воздуха p_p

ента инъекции струйного аппарата и в сравнении с ростом удельного расхода воздуха q при имеющем место уменьшении геометрического погружения

смесителя h (и, соответственно, уменьшении потребного давления сжатия струйного аппарата p_c) (рис. 3, а). Очевидно, в рассматриваемых условиях увеличение высоты подъема H от 2 до 10 м приводит к увеличению относительного удельного расхода рабочего воздуха q_p/q от 0,31 до 0,75 при $\alpha = 0,2 \div 0,5$ (рис. 3, б).

Увеличение давления рабочего воздуха p_p от 0,4 до 0,8 МПа обеспечивает снижение относительного удельного расхода рабочего воздуха q_p/q от 0,38 \div 0,78 до 0,30 \div 0,62 при принятой в качестве примера высоте подъема эрлифта $H = 8$ м (рис. 3, в).

Таким образом, использование струйного компрессора для преобразования излишне высокого давления рабочего воздуха в диапазонах $p_p = 0,4 \div 0,8$ МПа, $H = 3 \div 10$ м, $\alpha = 0,20 \div 0,50$ обеспечивает снижение расхода воздуха из пневмосети до 2-х раз для эрлифтной установки с эрлифтом традиционной технологической схемы.

Для эквивалентного нагнетательного и эквивалентного традиционного эрлифтов с использованием компьютерной программы для вычисления коэффициента инжекции газоструйного компрессора u [5] в диапазонах значений $p_p = 0,4 \div 0,8$ МПа, $H_n = 1 \div 10$ м, $h_n = 10 \div 18$ м, $\Delta H_n = 0,5 \div 2,5$ м определены зависимости $q_{рэн}/q_{рэт} = f(h_n)$, $q_{рэн}/q_{рэт} = f(\Delta H_n)$, (рис. 3).

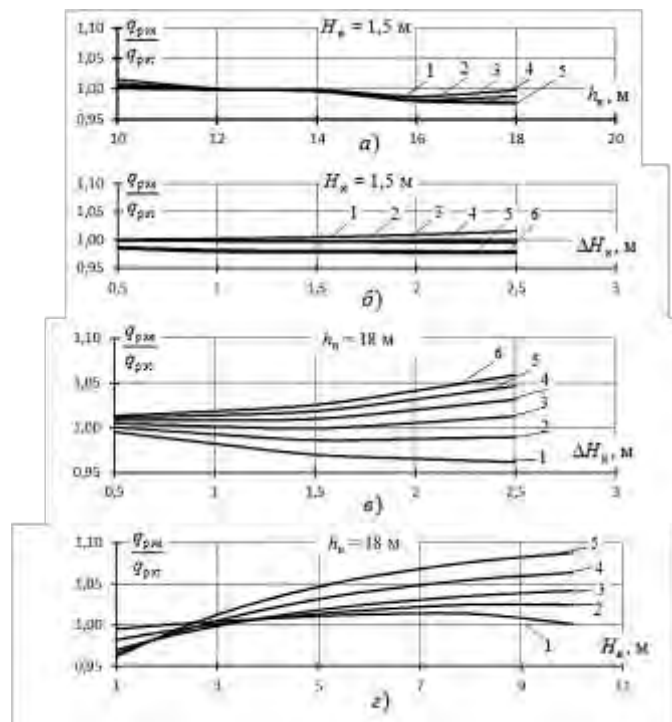


Рисунок 3 – Зависимости относительных удельных расходов рабочего воздуха $q_{рэн}/q_{рэт}$ нагнетательного эрлифта при $p_p = 0,6$ МПа от: а) – геометрического погружения смесителя h_n ; б), в) – высоты перепада ΔH_n ; г) – высоты подъема H_n (на рис. 3, а и 5, г - ΔH_n : 1 – 0,5 м, 2 – 1 м, 3 – 1,5 м, 4 – 2 м, 5 – 2,5 м; на рис. 3, б h_n : - 1 – 10 м, 2 – 12 м, 3 – 14 м, 4 – 15 м, 5 – 16 м, 6 – 18 м;

на рис. 3, в - H_n : 1 – 1 м, 2 – 2 м, 3 – 3 м, 4 – 4 м, 5 – 5 м, 6 – 6 м)

Результаты исследования. Как следует из полученных в результате расчетов и приведенных в качестве примеров зависимостей (рис. 2, 3) в диапазонах указанных значений p_p , H_n , h_n , ΔH_n удельный расход рабочего воздуха нагнетательного эрлифта $q_{рэн}$ отличается от удельного расхода рабочего воздуха традиционного эрлифта $q_{рэт}$ не более, чем на $\pm 5\div 10\%$ при прочих равных условиях. Это позволяет утверждать о практически равноценной энергоэффективности работы нагнетательного и традиционного эрлифтов с приведенными параметрами рабочих процессов при расширении области применения нагнетательных эрлифтных установок со струйными компрессорами за счет возможности напорного транспортирования жидкости (гидросмеси) от воздухоотделителя к потребителю в отличие от только безнапорного транспортирования традиционными эрлифтными установками.

Выводы. Доказано, что применение струйного компрессора, запитанного от пневмосетей общего назначения (шахтных, заводских и т.п.) для пневмоснабжения эрлифтов традиционной технологической схемы в диапазонах значений давлений рабочего воздуха $p_p = 0,4\div 0,8$ МПа, высот подъема эрлифта $H = 3\div 10$ м, относительных погружений смесителей $\alpha = 0,20\div 0,50$ позволяет уменьшить до двух раз расход рабочего воздуха из пневмосети за счет преобразования излишне высокого давления рабочего агента в расход инжектируемого потока (атмосферного воздуха).

Для диапазонов значений давлений рабочего воздуха $p_p = 0,4\div 0,8$ МПа, высот подъема жидкости (гидросмеси) $H_n = 1\div 10$ м, геометрических погружений смесителей $h_n = 10\div 18$ м, высот переподачи нагнетательного эрлифта $\Delta H_n = 0,5\div 2,5$ м энергоэффективность работы нагнетательных эрлифтных установок со струйными компрессорами практически не отличается (отличия не превышают $\pm 5\div 10\%$) от энергоэффективности работы эрлифтных установок традиционной технологической схемы с теми же значениями геометрических погружений смесителей и высот подъема жидкости (гидросмеси).

Однако возможность использования нагнетательных эрлифтных установок в стесненных (по вертикали) условиях и напорного транспортирования жидкости (гидросмеси) от воздухоотделителя эрлифта к потребителю значительно расширяет области их рационального применения.

Список литературы

1. Кононенко, А.П. Особенности применения радиальных нагнетателей в составе нагнетательных эрлифтных установок / А.П. Кононенко, Р.И. Божко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – №4(14). – С.24-33.
2. Энциклопедия эрлифтов / Ф.А. Папаяни, Л.Н. Козыряцкий, В.С. Пашенко и др. – М.: Информсвязьиздат, 1995. – 592 с.
3. Кононенко, А.П. Рабочий процесс эрлифта и его моделирование / А.П. Кононенко. – Донецк: ГВУЗ «ДонНТУ», 2010. – 171 с.
4. Адамов Б.И. Исследование и разработка глубоководных эрлифтных установок для подъема твердого материала: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.06 / Адамов Борис Исаевич. – Донецк, 1982. – 323 с.
5. Кононенко, А.П. Экспериментальное обоснование рациональной методики расчета газоструйного компрессора / А.П. Кононенко, В.А. Панов // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – №3(13). – С. 25-33.

УДК 658. 58

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРОПРИВОДА ХОЛОДИЛЬНИКА МНЛЗ

**Е.В. Ошовская, к.т.н., В.А. Сидоров, д.т.н.,
Н.А. Ченцов, д.т.н., Ю.А. Шамрай аспирант**
joukserin@gmail.com

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк
кафедра механического оборудования заводов черной металлургии
им. проф. Седуша В.Я.*

Ошовская Е.В., Сидоров В.А., Ченцов Н.А., Шамрай Ю.А. Целью работы является определение особенностей диагностирования неисправностей гидропривода холодильника МНЛЗ, а также дальнейшего практического применения полученных данных о фактическом состоянии.

Ключевые слова: гидропривод, диагностирование, МНЛЗ, холодильник.

Oshovskaya E.V., Sidorov V.A., Chentsov N.A., Shamray Yu.A. the purpose of the work is to determine the features of diagnosing faults in the hydraulic drive of the CCM refrigerator, as well as further practical application of the obtained data on the actual state.

Key words: hydraulic drive, diagnosis, caster, refrigerator.

Введение. Применение гидропривода в металлургии существенно изменило конструкции металлургических машин. В настоящее время гидропривод является неотъемлемой частью оборудования различных металлургических переделов. Отличительные особенности конструкции, условий эксплуатации, определяют необходимость поиска симптомов повреждений, применительно к индивидуальной конструкции механизма.

Целью исследования является определение приемлемых методов для диагностирования гидропривода холодильника МНЛЗ.

Материалом и методами для исследования послужило изучение особенностей конструкции и методов оценки технического состояния.

Результаты исследования. Гидравлический привод – это совокупность узлов и механизмов, предназначенных для передачи механической энергии и преобразования движения посредством жидкости. Безотказность работы гидропривода основана на своевременном техническом обслуживании и ремонте, которые должны проводиться в соответствии с фактическим состоянием для достижения максимального эффекта. Информационная основа обеспечения работоспособности – использование методов диагностирования.

Диагностирование проводится в тестовом или функциональном режиме, при использовании данных анализа агрегатного журнала, что позволяет выявить узкие места данного оборудования и определить приоритеты при

оценке технического состояния. Алгоритм диагностирования любого механизма должен отражать содержание и последовательность проведения проверок системы и правила анализа их результатов. Выбираемые параметры диагностирования должны обеспечивать: однозначность, точность, доступность, удобство измерения и обработки результатов измерений.

В данном исследовании объектом диагностирования является холодильник МНЛЗ, схема конструкции которого показана на рис. 1.

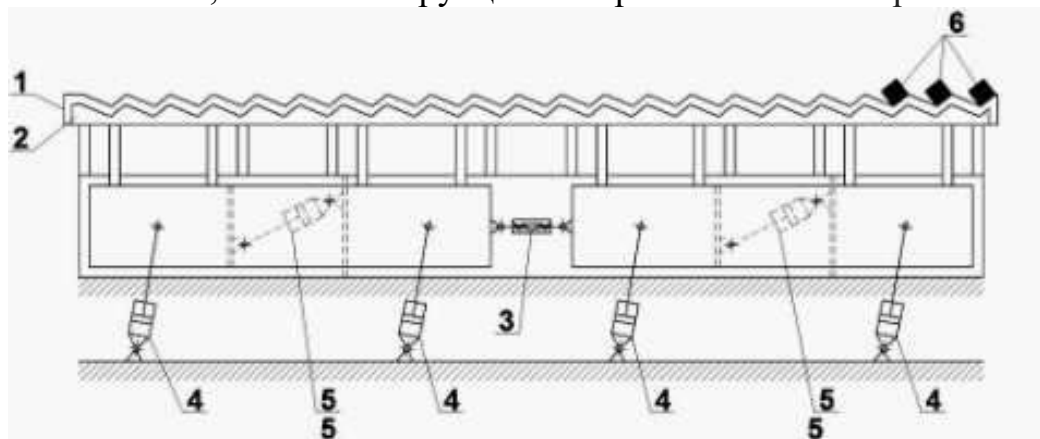


Рисунок 1 – Холодильник МНЛЗ:

1 - подвижные балки; 2 - неподвижные балки; 3 - фаркоп; 4 - гидроцилиндры вертикального перемещения; 5 - гидроцилиндры горизонтального перемещения; 6 - заготовка

О работоспособности холодильника судят по его траектории движения. В случае, если наблюдаются отклонения траектории движения от базовой линии, то это свидетельствует о наличии неисправностей. Изучение взаимосвязи траектории и неисправности реализовано на модели холодильника с шагающими балками (рис. 2). Анализ неисправностей позволил создать математическую модель для определения неисправностей холодильника [1]. Установлено, что при наличии информации, получаемой с датчиков линейного перемещения, можно судить об исправности гидроцилиндров перемещения (рис. 3).

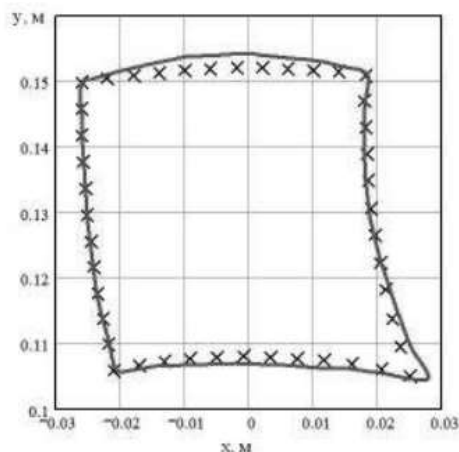


Рисунок 2 – Траектория движения балок холодильника (X) - расчетная, (-----) - зафиксированная

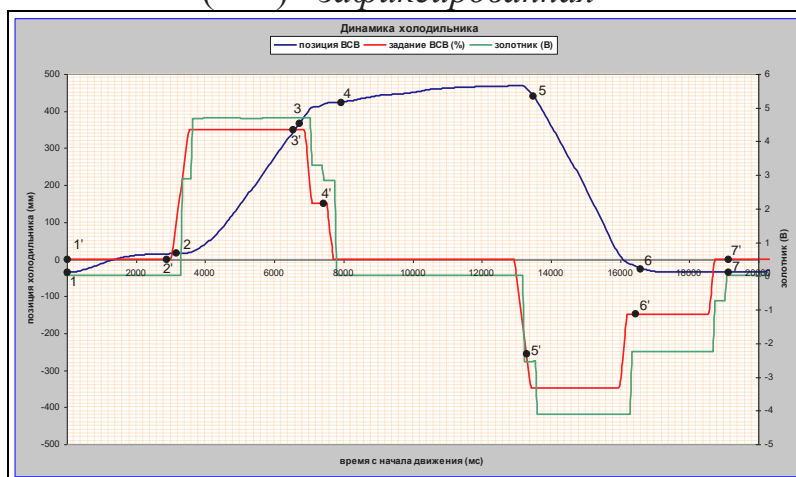


Рисунок 3 – Характерные точки и этапы движения холодильника

Косвенно о состоянии металлоконструкций и гидроцилиндров холодильника судят по времени срабатывания конечных датчиков движения (рис. 4, 5). Данные о равномерности и одновременности движения гидроцилиндров служат основанием для математического моделирования возникающих напряжений в элементах конструкции – подвижных балках холодильника.

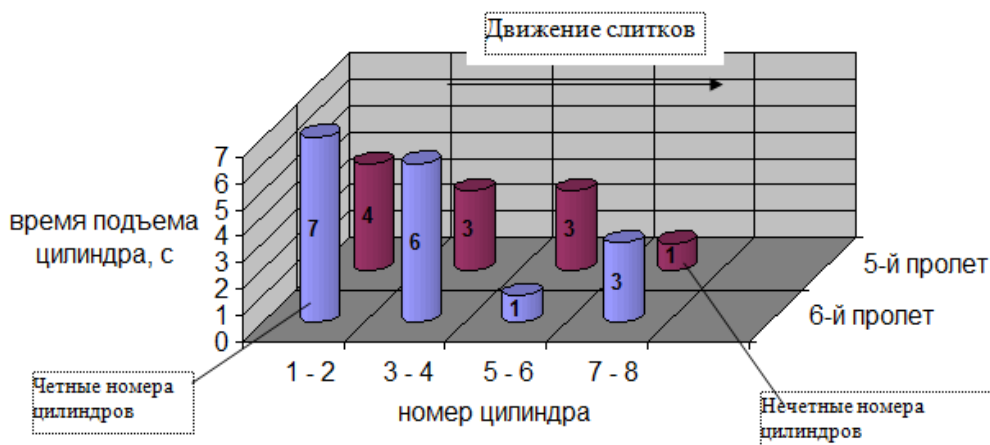


Рисунок 4 – Время подъёма гидроцилиндров

На рисунках 4 и 5 показано, что гидроцилиндры могут значительно запаздывать, создавая при этом перекосы и напряжения в элементах металлоконструкций. Запаздывание гидроцилиндров свидетельствует о наличии дополнительного трения из-за износа уплотнительных элементов, нарушений в системе управления или транспортировки жидкости.

Измерение параметров вибрации, позволяет оценить однотипность процессов кантовки заготовки на различных элементах и, применяя методологию взаимного сравнения, определить критерии исправного и неисправного состояния. Использование для этого многоканальной системы

позволяет минимизировать время измерения и обеспечить одновременность фиксации [2].

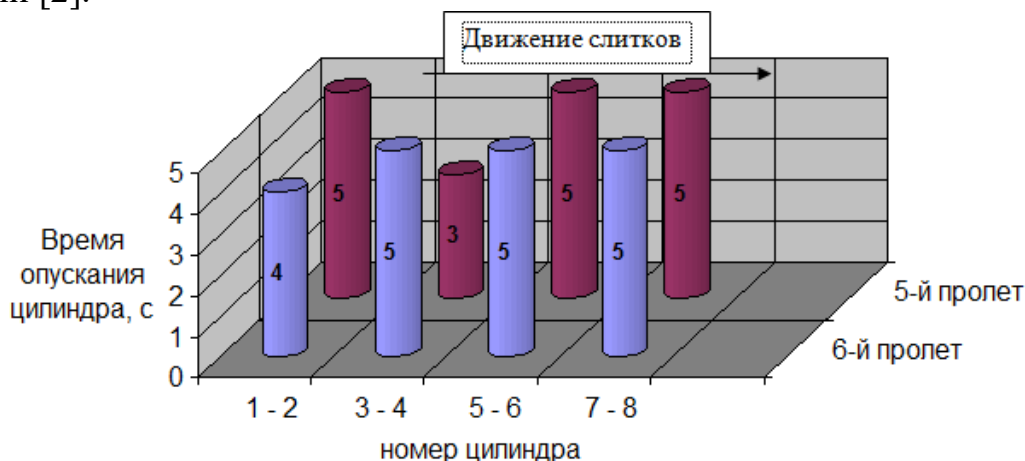


Рисунок 5 – Время опускания гидроцилиндров

Измерение температуры позволяет выделить места локальных перегревов и оценить состояние насосов и двигателей по скорости нагрева. Использование тепловизионной техники ограничивается возможностью доступа к контролируемым поверхностям при работе. Неизменность скорости остывания металлоконструкций может служить обобщающим диагностическим показателем.

Преимущественно, для контроля состояния, в настоящее время используется визуальный осмотр, позволяющий выявить наличие трещин, ослабление резьбовых соединений, утечек, изношенных участков и др. Трудность формализации результатов визуального осмотра может быть решена при фиксации мест повреждения с применением фотоаппаратов планшетов-накопителей.

Рассмотрены также общеизвестные параметры для проведения диагностики элементов гидропривода и их применимость в конкретном случае.

Выводы. Каждая конкретная неисправность, наблюдаемая в гидроприводе, характеризуется несколькими внешними признаками их появления. Для предупреждения отказов и прогнозирования ресурса необходимо иметь нормативные значения, характеризующие исправное и неисправное состояния диагностируемого объекта, законы изменения этих параметров в зависимости от наработки.

Список литературы

1. Шамрай Ю.А. Математическая модель для определения траекторий движения контрольных точек холодильника МНЛЗ / Ю.А. Шамрай, Е.В. Ошовская, В.А. Сидоров // Технологические машины и оборудование: материалы XVI Республиканской научно-технической студенческой конференции (Донецк, 28-30 ноября 2017г.). – Донецк: ДонНТУ. – 2017. – С. 28-37.
2. Сидоров, В.А. Техническая диагностика механического оборудования: учебник / В.А. Сидоров; ГОУВПО «ДОННТУ». – Донецк: [б.и.], 2018. – 253 с.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ВОЗДУХА В ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЕ
ШАХТЫ**

**Г.Ю. Немов, студент; С.В. Христенко, студент;
С.В. Неежмаков, к.т.н, доцент**

*ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ», г. Донецк, ДНР*

Немов Г.Ю., Христенко С.В., Неежмаков С.В. В процессе проведения горных работ и увеличения протяженности горных выработок непрерывно изменяется их аэродинамическое сопротивление. В связи с этим происходит отклонение фактического объема воздуха, поступающего в каждую ветвь вентиляционной сети, от заданного в большую или меньшую сторону. С целью решения задачи обеспечения свежей струей воздуха ветвей сети в требуемом объеме была разработана система автоматизированного управления распределением воздуха в вентиляционной сети шахты и создан макет вентиляционной сети, позволяющий исследовать технологический процесс распределения воздуха в вентиляционной сети шахты, осуществлять обучение студентов работе с программируемым логическим контроллером ПЛК150-220 и преобразователем давления ПД150-ДИВ200П.

Ключевые слова: вентиляционная сеть, система автоматизированного управления, распределение воздуха, вентиляционные заслоны, программируемый логический контроллер.

Nemov G., Khristenko S., Nyezhamakov S. In the process of mining operations and increasing the length of mine workings continuously changes their aerodynamic resistance. In this regard, there is a deviation of the actual volume of air entering each branch of the ventilation network from the specified one in a greater or lesser direction. With the aim of solving the problem of providing fresh air stream branches of a network in the desired quantity it has developed a system of automatic control of air distribution in mine ventilation network and developed the layout of the ventilation network, which allows to investigate the process of air distribution in mine ventilation network, to provide training for students working with a programmable logic controller ПЛК150-220 and pressure transducer ПД150-ДИВ200П.

Key words: ventilation network, automated control system, air distribution, ventilation dampers, programmable logic controller.

В процессе проведения горных работ и увеличения протяженности горных выработок непрерывно изменяется их аэродинамическое сопротивление. В

связи с этим происходит отклонение фактического объема воздуха, поступающего в каждую ветвь вентиляционной сети, от заданного в большую или меньшую сторону. В результате этого в одной ветви сети может оказаться недостаточно воздуха, а в другой его будет в избытке, что недопустимо по правилам безопасности.

С целью решения задачи обеспечения свежей струей воздуха ветвей сети в требуемом объеме была разработана система автоматизированного управления распределением воздуха в вентиляционной сети шахты, которая позволяет осуществлять регулирование расхода воздуха в трех ветвях. На рисунке 1 приведена блок-схема алгоритма регулирования расхода воздуха.

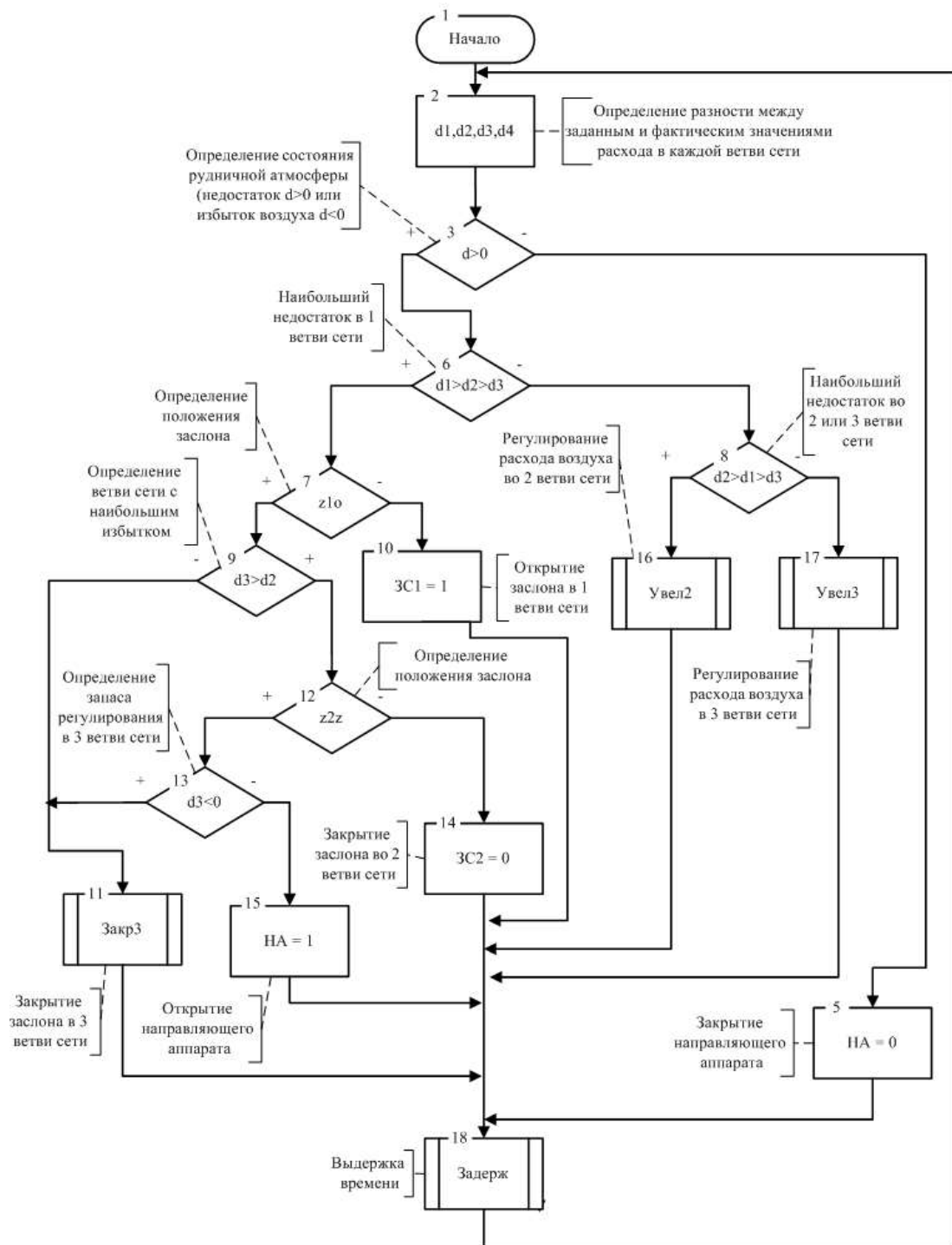


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритма регулирования расхода воздуха

В процессе работы системы автоматизированного управления распределением воздуха в вентиляционной сети шахты происходит определение состояния рудничной атмосферы в каждой ветви вентиляционной сети, в первую очередь отыскивается ветвь сети с наибольшей недостаточей воздуха. Затем выполняется определение положения регулирующего органа в данной ветви сети. В случае если заслон закрыт или находится в промежуточном положении идет сигнал управления на его открытие. При полностью открытом заслоне регулирование количества воздуха, поступающего в ветвь сети с недостаточей, осуществляется за счет перекрытия смежных ветвей сети, если в них имеется запас регулирования: избыток воздуха и открытое либо промежуточное положение заслона.

При отсутствии запаса регулирования в смежных ветвях сети и наличии недостаточного количества воздуха в регулируемой ветви сети, производится увеличение общешахтного расхода за счет открытия направляющего аппарата вентилятора главного проветривания.

В случае отсутствия ветви сети с недостаточей воздуха и наличием ветви сети с избытком производится снижение общешахтного расхода за счет закрытия направляющего аппарата вентилятора главного проветривания, после чего происходит перераспределение воздуха между ветвями сети и выявляется ветвь сети с недостаточей.

Для того, чтобы уменьшить число коммутаций исполнительных механизмов вводится зона нечувствительности (2-3%) и задержка времени на перераспределение воздуха по ветвям сети после отработки сигнала управления исполнительным механизмом (заслоном или направляющим аппаратом).

На рисунке 2 приведена структурная схема разработанной системы автоматизированного управления распределением воздуха в вентиляционной сети шахты.

В выработках расположены измеритель скорости воздушного потока СДСВ 01.01.01-М, программируемый контроллер ТХ9042 и вентиляционные заслоны. Сигнал с СДСВ 01.01.01-М поступает на ТХ9042. Питание ТХ9042 осуществляется блоком питания ПМ-6321/13,5-А.01. По интерфейсу RS-485 протоколу Modbus информация с ТХ9042 передается на программируемый логический контроллер ПЛК150-220, расположенный на пульте горного диспетчера. Также к ПЛК150-220 подключены СДСВ 01.01.01-М и преобразователь давления ПД150-ДИ10,0К, расположенные на всасывающем канале, предназначенные для измерения скорости воздушного потока исходящей струи и создаваемого разрежения. Регулировка скорости потока и объема воздуха, поступающего в горные выработки, осуществляется путем воздействия ПЛК150-220 и ТХ9042 на направляющий аппарат вентилятора главного проветривания и вентиляционные заслоны.

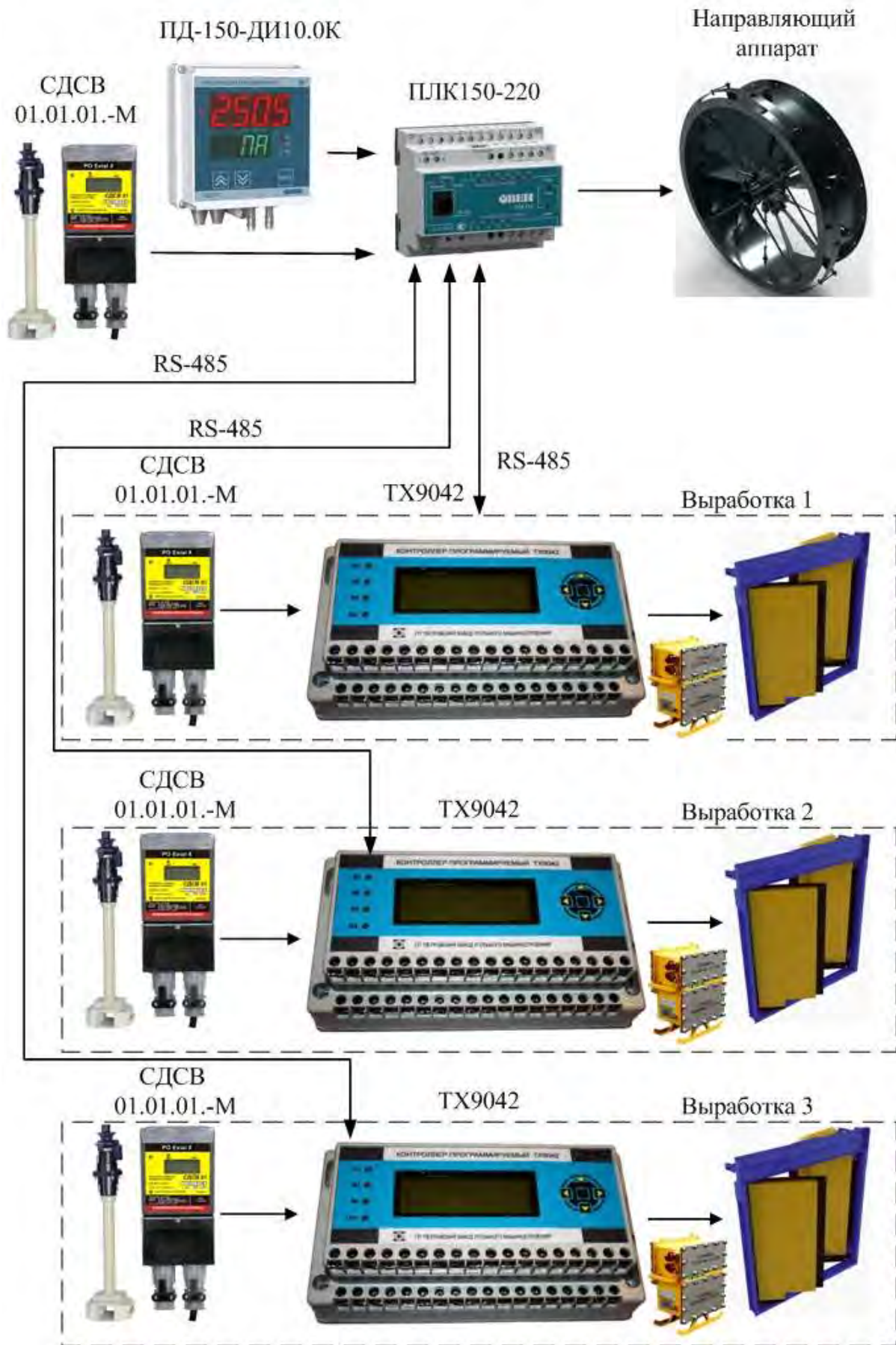


Рисунок 2 – Структурная схема системы автоматизированного управления распределением воздуха в вентиляционной сети шахты

Для подтверждения работоспособности разработанной системы был создан макет вентиляционной сети шахты, технологическая схема которого приведена на рисунке 3. Вентилятор 1 создает направленный поток воздуха, забираемый из атмосферы через входной патрубок 14, который распределяется по трем параллельным ветвям. Датчики скорости 2,5,8,11 осуществляют измерение скорости потока на входе в вентиляционную сеть и в параллельных ветвях соответственно. Заслоны 3,6,9,12 предназначены для изменения сопротивления вентиляционной сети и являются источником возмущающего воздействия. Установку требуемого сопротивления сети осуществляет программируемый логический контроллер ПЛК150-220 посредством воздействия на управляемые заслоны 4,7,10,13. Степень закрытия заслонов определяется резистивными датчиками положения 15-22. Давление воздуха измеряют преобразователи давления ПД150-ДИВ200П установленные на входе в вентиляционную сеть 23, в месте пересечения параллельных ветвей 24, 25 и на выходе из сети 26.

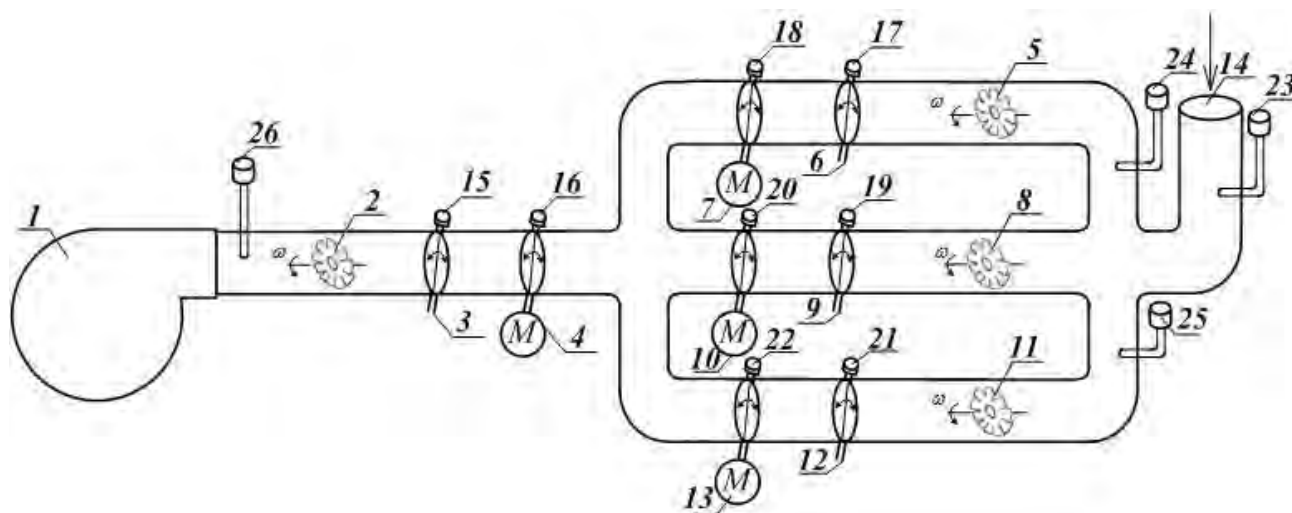


Рисунок 3 – Технологическая схема макета вентиляционной сети шахты

Таким образом, предложенная система автоматизированного управления распределением воздуха в вентиляционной сети шахты решает задачу обеспечения свежей струей воздуха трех ветвей сети в требуемом объеме, а макет вентиляционной сети позволяет исследовать технологический процесс распределения воздуха в вентиляционной сети шахты, осуществлять обучение студентов работе с программируемым логическим контроллером ПЛК150-220 и преобразователем давления ПД150-ДИВ200П.

УДК 621.3

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКРЕБКОВЫМ КОНВЕЙЕРОМ НА БАЗЕ ПЛК СЕРИИ I–7000

А.В. Дмитренко, магистрант

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ», г. Донецк, ДНР

Дмитренко А.В. В статье речь идет о таком технологическом процессе как транспортировка угля за счет забойных скребковых конвейеров. Целью научной статьи является изучение назначения, состава, достоинств и недостатков скребковых конвейеров, также данная статья включает в себя разработку новой, компьютерно – интегрированной системы управления скребковым конвейером на базе микроконтроллера I–7188 XB, а для того, чтобы более подробно разобраться в этом были разработаны функциональная и структурная схемы системы управления скребковым конвейером.

Ключевые слова: скребковый конвейер, микроконтроллер, автоматизация, эксплуатация.

Dmitrenko A. The article deals with such a technological process as coal transportation due to downhole scraper conveyors. The purpose of the scientific article is to study the purpose, composition, advantages and disadvantages of scraper conveyors, this article also includes the development of a new, computer-integrated scraper conveyor control system based on the I – 7188 XB microcontroller, and in order to understand this in more detail The functional and structural diagrams of the scraper conveyor control system have been developed.

Key words: scraper conveyor, microcontroller, automation, exploitation.

Для доставки полезного ископаемого из очистного забоя горизонтальных и пологопадающих пластов, а также из забоев подготовительных выработок угольных шахт в настоящее время широко используются скребковые конвейеры. Производительность добычного участка в целом зависит от бесперебойности работы скребковых конвейеров.

Скребковый конвейер – средство транспорта непрерывного действия, у которого тяговый орган это бесконечная цепь (одна, две или три) с закрепленными на ней скребками. При движении цепи скребки захватывают транспортируемый материал и перемещают его по желобу в направлении движения цепи [1].

Достоинства скребковых конвейеров: высокая прочность и способность выдерживать большие ударные нагрузки, небольшая высота става, простота удлинения и укорачивания става, возможность работы по трассе с искривлени-

ями в вертикальной и горизонтальной плоскостях при сложной гипсометрии почвы, возможность пуска и работы со значительными перегрузками (в условиях завала).

Недостатки скребковых конвейеров: интенсивный износ рештачного става и тягового органа, высокая энергоёмкость транспортирования, **измельчение** перемещаемого груза.

На базе микроконтроллера I-7188 XB была разработана функциональная схема системы управления скребковым конвейером приведения на рисунке 1.1.

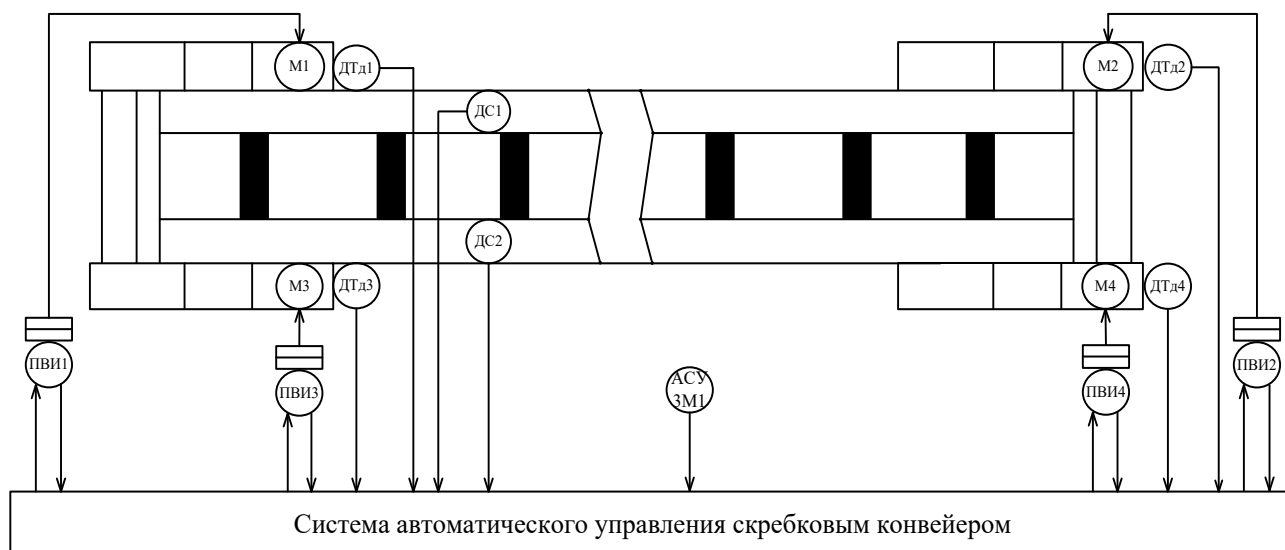


Рисунок 1.1 – Функциональная схема системы управления скребковым конвейером на базе микроконтроллера I-7188 XB

На рисунке 1.1 обозначено:

M1...M4 – однофазные асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором;

ПВИ1...ПВИ4 – пускатели;

ДТд1...ДТд4 – датчики измерения малых токов однофазных двигателей ДМТ, расположенные непосредственно рядом с двигателями;

ДС1, ДС2 – магнитоиндукционные датчики скорости движения скребков ДМ-2М, расположенных на рештачном ставе под скребками.

АСУЗМ1 – аппаратура связи и управления забойными механизмами [2].

Принцип действия датчиков скорости ДС1, ДС2.

При движении над датчиком скребковой цепи или другого ферромагнитного тела с переменной массой в нем происходит изменение магнитного потока вследствие периодических замыканий и размыканий магнитопровода. Пульсирующий магнитный поток, пересекая витки катушки, индуцирует в ней переменную ЭДС, которая подается на релейный аппарат. Если контролируемая скорость движения снижается до порогового значения, то уменьшение ЭДС вызывает аварийное отключение релейного аппарата.

Принцип действия преобразователя измерительного малых токов ДМТ.

Преобразователь ДМТ представляет собой преобразователь тока на датчике Холла.

С целью снижения влияния нелинейности, разброса и изменения характеристик датчика Холла под воздействием внешних факторов, в преобразователе используется компенсационная схема измерения.

Протекающий через входную обмотку ток, создаёт в магнитопроводе индукцию. Установленный в зазоре магнитопровода датчик Холла преобразует напряженность магнитного поля в зазоре в пропорциональное напряжение соответствующего знака, которое усиливается и подается в компенсационную обмотку.

Ток компенсационной обмотки компенсирует магнитное поле, создаваемое первичной обмоткой. При этом датчик Холла работает как элемент сравнения, постоянно находясь в очень узкой области характеристики преобразования. Благодаря этому нелинейность преобразования составляет менее 0,1%. Изменения характеристики преобразования в одинаковой степени отражаются на действии как входного, так и компенсирующего тока, чем достигается стабильность и малая зависимость характеристик преобразователя от индивидуального разброса параметров датчиков Холла.

Компенсирующий ток является одновременно выходным током преобразователей с линейным токовым выходом.

Сигнал, выделенный схемой получения линейного токового выхода, преобразуется в положительное напряжение, пропорциональное истинному среднеквадратичному значению измеряемого.

В преобразователе со стандартным интерфейсом «токовая петля 4/20 (0/20) мА» (окончание обозначения 4/20 (0/20)) описанная выше схема обработки сигнала преобразователя с пропорциональным среднеквадратичным выходным напряжением дополнена схемой интерфейса «токовая петля 4/20 (0/20) мА», формирующего выходной токовый сигнал, пропорциональный истинному среднеквадратичному значению измеряемого тока.

На базе функциональной схемы системы управления скребковым конвейером была разработана структурная схема системы управления скребковым конвейером, приведенная на рисунке 1.2, где:

МК I-7188 – модуль контроллера ф. ICP DAS;

I-7017 – модуль 8-канального аналогового ввода ф. ICP DAS;

I-7065 – модуль дискретного ввода/вывода с силовыми реле ф. ICP DAS;

БП – блок питания типа DR-60-12 ф. MEAN WELL;

БС1, БС2 – блоки согласования для ДМ-2М, состоящие из компараторов, которые в свою очередь, сравнивают входящие в них сигналы;

БС3...БС6 – блоки согласования для ДМТ, состоящие из делителей напряжения, у которых входное и выходное напряжение связаны;

БС7...БС14 – блоки согласования релейных подключений;

БС15 – блок согласования для включения/отключения системы автоматического управления скребковым конвейером;

RS-485 – стандарт физического уровня асинхронного интерфейса, то есть обеспечивает связь между контроллером и модулями расширения [3].

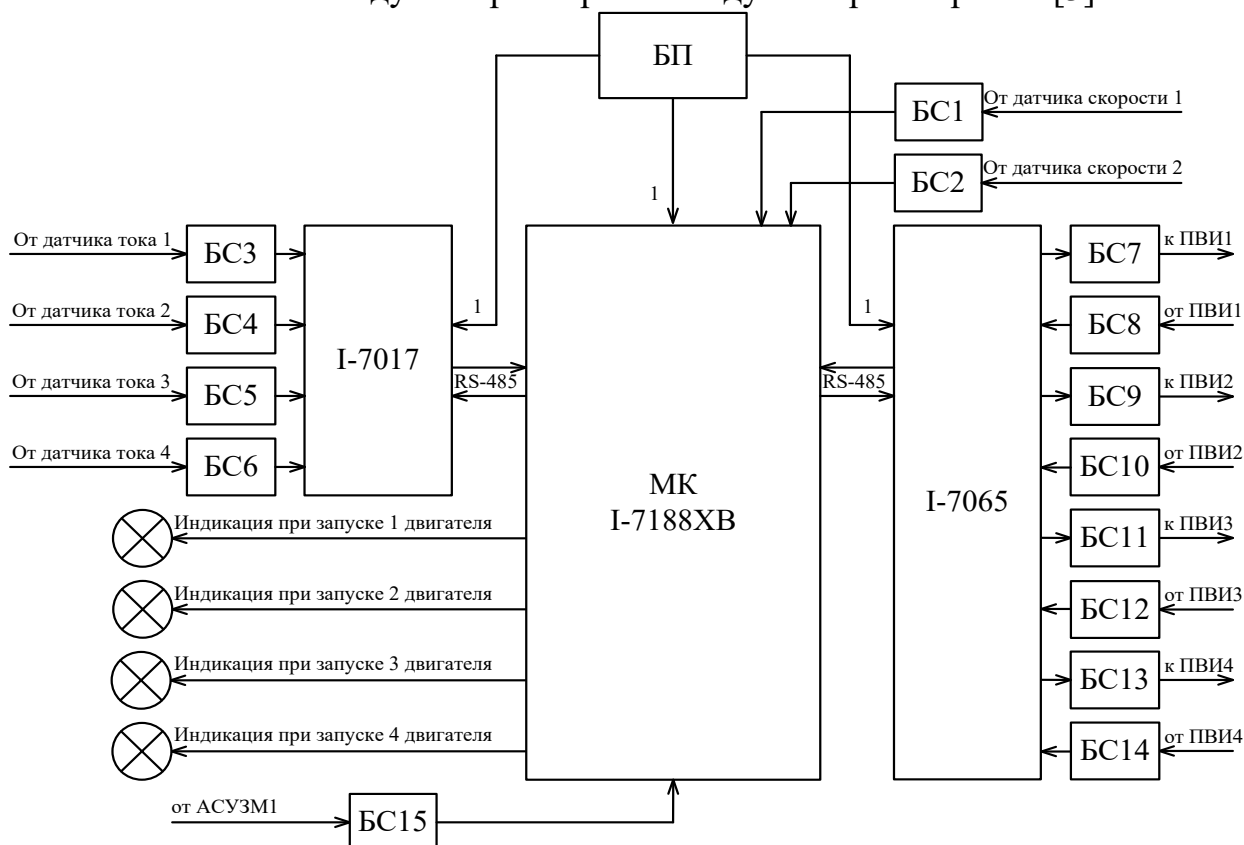


Рисунок 1.2 – Структурная схема системы управления скребковым конвейером

Выводы. Разработана новая, компьютерно – интегрированная система управления скребковым конвейером на базе микроконтроллера I-7188 XB.

Разработки выполнены на микропроцессорной базе с применением модуля контроллера I-7188 XB. В схеме предусмотрены схемные подключения к модулю контроллера и модулям расширения. В частности, делители напряжения и компараторы осуществляют гальваническую развязку линии связи системы с контактными датчиками, а также осуществляют защиту микроконтроллера устройства от возможных перенапряжений в соединительных линиях датчиков с помощью диодов и резисторов.

В качестве датчиков скорости движения скребков используются магнитоиндукционные датчики скорости движения скребков ДМ-2М, которые информируют систему об аварийном режиме работы скребкового конвейера. Также в качестве датчиков тока двигателей приняты ДМТ.

Список литературы

1. В. А. Батицкий, В. И. Куроедов, А. А. Рыжков. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в горной промышленности.
2. usk.ua/sistema-upravlenija-zabojnymi-mexanizmami-asuzm.html
3. https://icp-das.ru/catalog/

УДК 621.313

АНАЛИЗ РЕЗЕРВОВ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ В НЕРЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ

И.В. Храмов, директор ГПОУ «ХТТ ДонНТУ»;
Н.В. Прошин, студент

ГПОУ «Харьковский технологический техникум» ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Харьков, ДНР

Храмов И.В., Прошин Н.В. В работе рассмотрены способы снижения энергопотребления электрических машин за счет использования энергосберегающих двигателей. Приведен анализ основных типов потерь в электрических машинах и способы их снижения.

Ключевые слова: энергосберегающие двигатели, потери в электрических машинах, энергоэффективность, асинхронный электродвигатель.

Khramov I.V., Proshchin N.V. The article considers the approaches to reduce electric machines power consumption by using energy saving motors. The analysis of typical loss types in electric machines and ways to reduce them are presented.

The conducted studies prove that the fractional composition of the introduced flux into the sinter mixture significantly affects the strength properties and stability of the sinter, as well as the efficiency of sinter production.

Keywords: energy saving motors, losses in electric machines, energy efficiency, induction motor.

Введение. Одним из способов достижения более эффективного использования электроэнергии в промышленности является определение количества использованной энергии и энергии потерь. Во многих развитых странах более 70% всей произведенной энергии потребляется электрическими двигателями. Это означает, что повышение эффективности электрических машин может оказать очень большое влияние на использование энергии.

Технологии энергосбережения средствами электропривода используются для обеспечения значительной экономии во многих отраслях. Применение регулируемого электропривода дает возможность оптимизировать эффективность всей системы. Однако, снижение потерь в самой электрической машине дает ощутимый энергосберегающий эффект как для регулируемого, так и для нерегулируемого электропривода.

Целью данной работы является анализ способов снижения потерь в электрической машине для повышения энергоэффективности.

Материал и методы исследования. С середины 70-х годов прошлого века в Европе и в США активно пропагандируется использование энергосберегаю-

щих двигателей (Energy Efficient Motors – ЕЕМ) [1]. В такой асинхронный двигатель закладывается на четверть больше активных материалов, за счет чего снижаются потери и возрастает КПД – на 5 % в небольших двигателях (единицы кВт) и на 1 % в двигателях до 100 кВт. Цена двигателя обычно увеличивается на 20...30%.

Такие же энергосберегающие двигатели выпускаются и в странах СНГ. В Российской Федерации было принято два стандарта, затрагивающих вопросы энергоэффективности электрических машин [2, 3]. Последний из указанных IEC 60034-30-1 классифицирует электродвигатели на основе их энергоэффективности: IE1 (наименьшая эффективность), IE2, IE3, IE4, так и IE5 (максимальная эффективность) [3].

Большое количество двигателей по всему миру даже не соответствуют IE1. Это связано либо с тем, что страна не регулирует и не применяет стандарты двигателя, или потому что это старый двигатель. IE5 пока не определен подробно, но он предусмотрен для будущего издания стандарта. Цель состоит в том, чтобы уменьшить потери IE5 примерно на 20% по сравнению с IE4 (см. рис. 1) [4].

Относительно небольшое увеличение процента энергоэффективности эквивалентно существенному сокращению потерь энергии. Например, для 4-полюсного двигателя, мощностью 4 кВт, с частотой 50 Гц разница в эффективности двигателей IE4 и IE1 составляет всего 3,7%, но это эквивалентно 47-процентному сокращению потерь энергии [4].

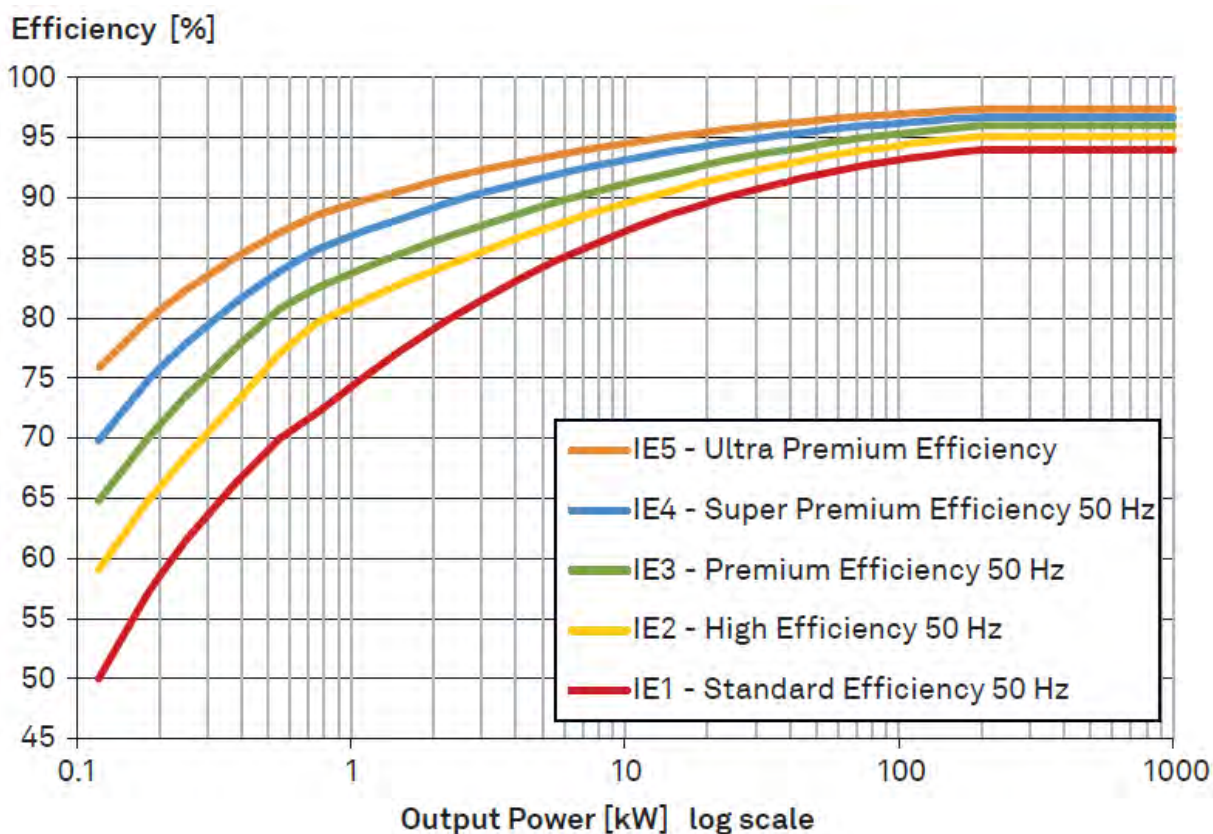


Рисунок 1 – Пример уровня эффективности электродвигателя IEC для 4-полюсного двигателя

Единственный способ повысить эффективность двигателя – уменьшить потери двигателя. Поскольку потери двигателя вырабатывают тепло, снижение потерь не только экономит энергию напрямую, но также может снизить охлаждающую нагрузку на систему кондиционирования воздуха объекта. В табл. 1 приведены основные способы снижения потерь двигателя [5].

Таблица 1 – Способы снижения потерь двигателя

| Потери | Методы снижения |
|---------------------|---|
| Статор | Использование большего количества медных проводников увеличивает площадь поперечного сечения обмоток статора. Это снижает сопротивление обмоток и ведет к снижению потерь. Потери I^2R могут быть уменьшены за счет изменения конструкции паза статора или уменьшения толщины изоляции для увеличения объема провода в статоре. Работа двигателя ближе к синхронной скорости также уменьшит потери I^2R ротора |
| Ротор | Использование больших проводов проводников двигателя увеличивает поперечное сечение, тем самым снижая сопротивление проводника и потери из-за тока |
| Потери в стали | Более длинный сердечник увеличивает количество стали в конструкции, которая уменьшает потери из-за более низкой плотности магнитного потока. Основные потери могут быть уменьшены за счет использования улучшенной проницаемости электротехнической стали и удлинения сердечника для уменьшения плотности магнитного потока. Потери на вихревые токи уменьшаются за счет использования более тонкой шихтованной стали |
| Вентиляция и трение | Использование конструкции вентилятора с малыми потерями снижает потери на вентиляцию. Использование подшипника с более низким трением |
| Прочие | Использование оптимизированной конструкции и строгий контроль качества процедуры минимизируют потери |

В табл. 2 представлены значения потерь для стандартных и энергоэффективных двигателей различной мощности [5].

Таблица 2 – Сравнение потерь в стандартных и энергоэффективных ЭД

| Потери мощности к общим потерям | Класс энергоэффективности | 3кВт | 7,5кВт | 11кВт | 15кВт |
|---------------------------------|---------------------------|------|--------|-------|-------|
| Потери в стали (%) | Стандартный АД | 17 | 17 | 20 | 17 |
| | Энергоэффективный АД | 11 | 14 | 15 | 12 |
| Вентиляция и трение (%) | Стандартный АД | 3 | 4 | 4 | 5 |
| | Энергоэффективный АД | 14 | 12 | 14 | 10 |

| | | | | | |
|----------------------|----------------------|----|----|----|----|
| Потери в статоре (%) | Стандартный АД | 45 | 45 | 42 | 39 |
| | Энергоэффективный АД | 40 | 40 | 36 | 37 |
| Потери в роторе (%) | Стандартный АД | 29 | 22 | 21 | 26 |
| | Энергоэффективный АД | 26 | 20 | 22 | 27 |
| Прочие (%) | Стандартный АД | 9 | 12 | 13 | 13 |
| | Энергоэффективный АД | 6 | 14 | 13 | 14 |

Выводы: В работе рассмотрены основные способы снижения потерь в асинхронном трехфазном двигателе, которые могут предоставить наибольший эффект при минимальных затратах ресурсов и капиталовложениях.

Список литературы

1. Ильинский Н.Ф., Москаленко В.В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учебное пособие для студентов вузов / М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 208с.
2. ГОСТР 54413. 2011 Машины электрические вращающиеся. Часть 30. Классы энергоэффективности односкоростных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (код IE). 2012г. - 20с.
3. ГОСТ IEC 60034-30.1 – 2016 Машины электрические вращающиеся. Часть 30*1. Классы КПД двигателей переменного тока, работающих от сети (код IE). 2017г. - 24с.
4. Energy-efficient electric motors and motor systems 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://united4efficiency.org/wp-content/uploads/2017/09/U4E-MotorGuide-201709-Final.pdf>
5. R. Saidur. A review on electrical motors energy use and energy savings. Renewable and Sustainable Energy Reviews 14 (2010) 877–898. pp 877-9-898.

УДК 669.13

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ВЫСОКОХРОМИСТОГО ЧУГУНА

В.Н. Крымов, к.т.н., доцент
Д.В. Чебану, студент

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР
Кафедра физического материаловедения*

Крымов В.Н., Чебану Д.В. Работа направлена на исследование влияния термической обработки чугуна ИЧХ28Н2 на его строение и износостойкость. Показано, что низкотемпературный отжиг и закалка приводят к повышению твердости чугуна за счет более полного превращения аустенита в мартенсит по сравнению с литым состоянием. Это приводит к некоторому повышению износостойкости.

Ключевые слова: высокохромистый чугун, износостойкость, термическая обработка.

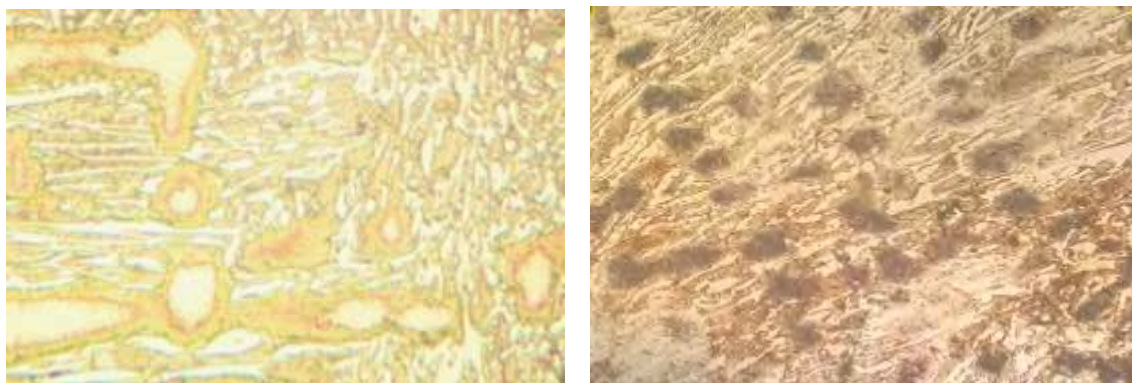
Krymov V.N., Chebanu D.V. The work is aimed at investigation of influence of thermal treatment of cast iron ИЧХ28Н2 on its structure and wear resistance. Low temperature annealing and quenching have been shown to increase the hardness of cast iron by more complete conversion of austenite to martensite compared to the cast state. This results in some increase in wear resistance.

Key words: high-chromium cast iron, wear resistance, thermal treatment.

Введение. Высокохромистые износостойкие чугуны широко применяются для изготовления деталей горного, обогатительного, металлургического оборудования. Чугуны типа ИЧХ28 являются одними из самых распространенных вследствие высокой износостойкости и повышенной устойчивости к коррозии. Наиболее часто детали из этого чугуна работают без термической обработки в литом состоянии.

Цель исследования. Целью работы было изучения влияния различных режимов термической обработки на структуру, твердость и износостойкость чугуна ИЧХ28Н2.

Материал и методы. Структура литого чугуна ИЧХ 28Н2 представлена небольшим количеством первичного аустенита и аустенито-карбидной эвтектикой.



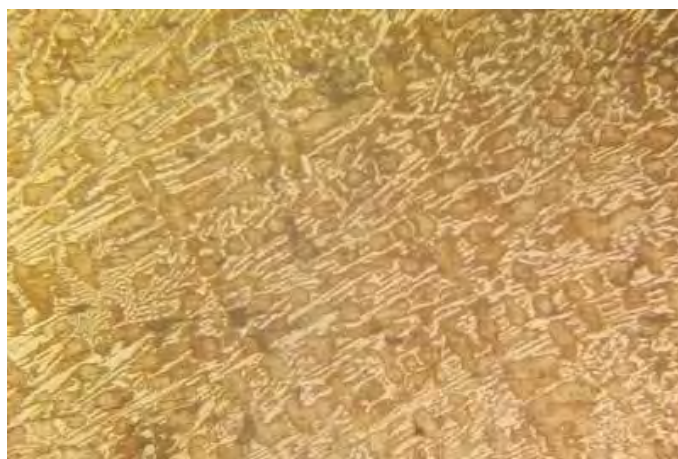
а

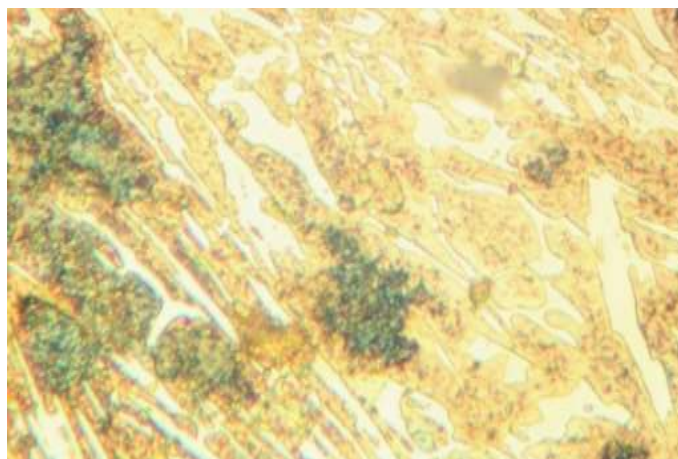
б

Рисунок 1 – Структура чугуна ИЧХ28Н2 в литом состоянии (а) и после отжига (б), х300

осле отжига и двукратного отжига при С наблюдали повышение травимости металлической матрицы;

Во время отжига из остаточного аустенита выделяются легированные карбиды, а при охлаждении происходит мартенситное превращение (рис. 1). Микротвердость металлической матрицы, при этом повышается (табл. 1).





Температура закалки: а – 900; б – 1000; в – 1080 °С

Рисунок 2 – Структура чугуна ИЧХ28Н2 после закалки от разных температур и низкого отпуска, х400

овторный отпуск при С дополнительно повышает твердость на 1 ед. при этом заметно возрастает микротвердость металлической матрицы (см. табл. 1).

Закалка и низкий отпуск приводят к росту твердости чугуна (см. табл. 1, рис. 2).

Таблица 1 – Изменение твердости и микротвердости матрицы чугуна после термической обработки

| Режим термообработки | Твердость, HRC | Микротвердость металлической матрицы, Н/мм ² |
|-----------------------------|----------------|---|
| Литое состояние | 48 | 5225 |
| Отжиг С | 53 | 6135 |
| Двойной отжиг С | 54 | 7988 |
| Закалка 8 С Отпуск 2 С | 53 | 6968 |
| Закалка 8 С Отпуск 2 С | 54 | 7429 |
| Закалка 9 С Отпуск 2 С | 50 | 7524 |
| Закалка 9 С Отпуск 2 С | 55 | 8245 |
| Закалка 1 С Отпуск 2 С | 54 | 9717 |
| Закалка 1 С Отпуск 2 С | 53 | 8323 |
| Закалка 1 8 С Отпуск 2 С | 54 | 9871 |

Закалка литого чугуна с температур 8 -1 8 С повышает твердость на 6-7 ед. о -видимому, это объясняется снижением устойчивости переохлажденного аустенита после нагрева под закалку. На это указывалось в [1].

Сказанное подтверждается результатами измерения микротвердости металлической матрицы (табл. 1). Микротвердость заметно возрастает, выходя на максимум при закалке с 1 8 °С.

Очевидно, что повышение микротвердости происходит за счет увеличения доли мартенсита. Колебания микротвердости с ростом температуры, скорее всего, связаны с локальной ликвацией, объясняющейся технологическими факторами. Данные образцы изготавливались методом литья по газифицируемым моделям. При этом возможно возникновение неодинаковых условий литья и кристаллизации. Это может происходить по причинам частичной нерастворимости модели или неодинаковой вентиляции формы. Указанные факторы проявляются, например, при слишком большом слое краски на поверхности формы, при неправильной укладке трубок вакуум-системы.

Износостойкость чугуна определяли при трении о не закрепленный абразив, в качестве которого использовали гранатовый песок индийского месторождения который представляет собой минерал альмадин. Чаще всего такой песок используется для гидроабразивной резки. Крупность песка составляет 8 меш. (примерно, 1 - , 17 мм). Данный абразивный материал прочнее и тверже, чем кварцевый песок (7, и 7 ед. по шкале Мооса соответственно). Кроме того, гранатовый песок характеризуется более высокой абразивностью за счет того, что частицы имеют неправильную форму и острые края. Песок содержит более 2 % оксида алюминия. Именно это придает ему повышенную твердость и высокую абразивность.

Результаты исследования. Результаты определения износостойкости показаны в табл. 2. Повышение износостойкости (снижение потери массы) составило 2 % . Это достаточно высокий результат, учитывая повышение твердости чугуна всего на HRC6-7 единицы. ричем нужно учитывать, что это повышение произошло вследствие роста твердости металлической матрицы. С карбидной фазой, по-видимому, ничего не произошло.

Таблица 2 – Результаты определения износостойкости чугуна

| Вид обработки | лощадь трения, м ² x 1 ⁻⁶ | Масса начальная, г | Масса конечная, г | Удельный износ, г/(м ² *м) |
|------------------------------|--|--------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Литое состояние | 1474 | 243,83930 | 241,06955 | 1,88 |
| Закалка 1 8 С, Отпуск 2 С | 1672 | 264,36925 | 261,86925 | 1,5 |

Выводы. Таким образом, термическая обработка приводит к росту твердости чугуна. После низкотемпературного отжига это происходит в результате проявления вторичной твердости. При проведении закалки твердость возрастает вследствие увеличения количества мартенсита.

Закалка с температур двухфазной аустенито-карбидной области приводит к повышению износостойкости на 2 %. Это связано с ростом твердости чугуна вследствие закалки.

Список литературы

1. Цыпин И.И. Белые износостойкие чугуны : структура и свойства / И. И. Цыпин ; И.И. Цыпин. - М. : Металлургия, 1983. - 176с.
2. Гарбер М.Е. Износостойкие белые чугуны: свойства, структура, технология, эксплуатация /М.Е, Гарбер. – М.: Машиностроение, 2011. – 28 с.

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ САУ БЕТОННО-СМЕСИТЕЛЬНЫМ УЗЛОМ

Н.Н. Чернышев, доцент, к.т.н., доцент,
А.В. Чиркин, магистрант

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк.

Чернышев Н.Н., Чиркин А.В. Работа посвящена анализу принципов управления бетонно-смесительный узлом. Предложена структура системы автоматического управления бетонно-смесительным узлом на основе обратной связи по регулируемым координатам.

Ключевые слова: концепция, система автоматического управления, принципы управления, бетон, смесительный узел.

Chernyshev N.N., Chirkin A.V. The work is devoted to the analysis of the principles of control of a concrete-mixing unit. The structure of an automatic control system for a concrete-mixing unit based on feedback on adjustable coordinates is proposed. article is devoted to the problems of the device, functioning of the intelligent power system of the concept of microgrid with renewable energy sources and hydrogen fuel cells as energy storage. For this study, a mathematical model was developed in the Simulink environment of the MathWorks® MATLAB™ software complex, which allowed to analyze the modes of operation of the microgrid and assess the effectiveness of its application.

Keywords: concept, automatic control system, control principles, concrete, mixing unit.

Введение. Автоматическое управление бетонно-смесительным узлом – реализация набора воздействий, выбранных из множества возможных на основании информации о процессе приготовления бетонной смеси и направленных на поддержание или улучшение функционирования бетонно-смесительного узла в соответствии с целью управления [1,2,3].

Цель исследования – разработка концепции построения системы автоматического управления бетонно-смесительным узлом на основе современных методом автоматизации.

Методы исследования. С формальной точки зрения основная задача автоматического управления бетонно-смесительным узлом заключается в том, чтобы выработать управляющее воздействие $u(t)$ (количество компонентов бетона: песок, щебень, цемент и вода) таким образом, чтобы управляемая величина $x(t)$ (действительное количество отгруженных компонентов бетона, водоцементное соотношение) изменялась по заданному закону с определенной

точностью независимо от действия на автоматическую систему внешних возмущений $f(t)$ (начальные влажности компонентов бетона) [1,2].

Варианты концепции системы автоматического управления бетонно-смесительным узлом определяют законы расчета управляющего воздействия в автоматической системе. Известны следующие фундаментальные принципы управления:

- принцип разомкнутого управления;
- принцип управления по возмущению;
- принцип обратной связи;
- принцип комбинированного управления.

Принцип разомкнутого управления. Если заранее известно, что параметры бетонно-смесительного узла и воздействие внешней среды $f(t)$ остаются постоянными или изменяются по определенному закону. Тогда по заданной функции $x(t)$ можно однозначно определить соответствующее изменение во времени управляющего воздействия $u(t)$.

Принцип разомкнутого управления отличается простотой технической реализации, но оказывается малоэффективным при недостаточной априорной информации относительно характера внешних воздействий (рис. 1).

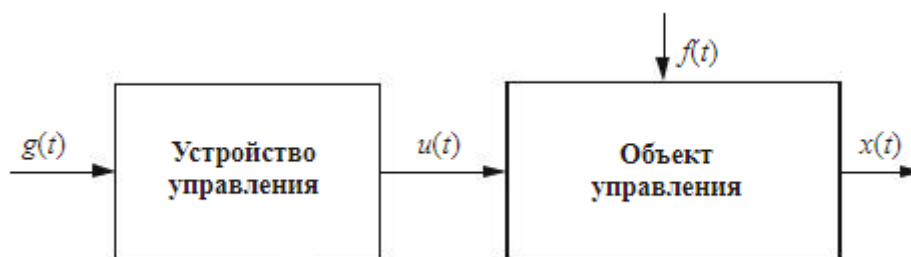


Рисунок 1 - Система автоматического управления, реализующая принцип разомкнутого управления

Принцип управления по возмущению. Управляющее воздействие вырабатывается в зависимости от результатов измерения возмущения, действующего на бетонно-смесительный узел. Величина и направление управляющего воздействия на объект должны быть такими, чтобы полностью или в значительной степени компенсировать влияние возмущающего воздействия (рис. 2).

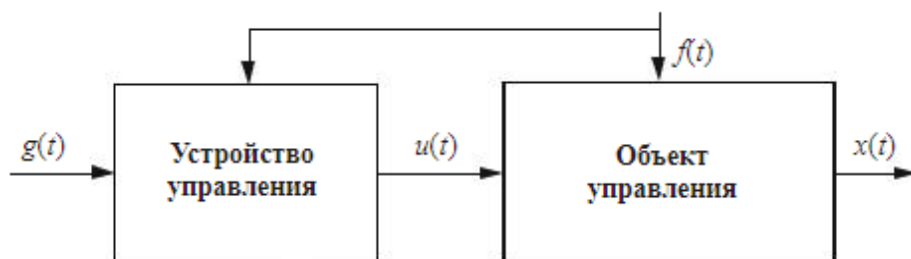


Рисунок 2 - Система автоматического управления, реализующая принцип управления по возмущению

Основное достоинство принципа управления по возмущению - высокое быстродействие, поскольку в этом случае система реагирует непосредственно на причину, вызывающую изменение управляемой величины. На практике отсутствуют точные знания свойств бетонно-смесительного узла, изменение его параметров вследствие старения элементов и действия неконтролируемых возмущений, а также ряд других факторов затрудняют реализацию систем управления на базе этого принципа.

Принцип обратной связи. Управление бетонно-смесительным узлом осуществляется в зависимости от результатов сравнения действительного значения управляемой величины с требуемым ее значением. Управляющее воздействие формируется до тех пор, пока это рассогласование не станет достаточно малым (рис. 3).

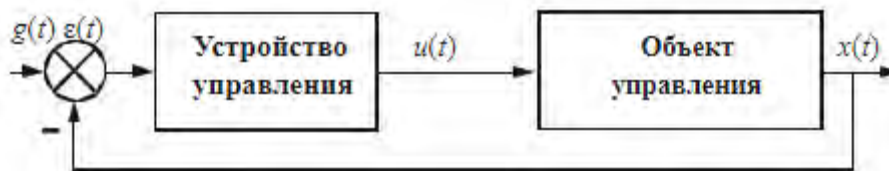


Рисунок 3 - Система автоматического управления, реализующая принцип обратной связи

Достоинства принципа обратной связи заключается в высокой точности управления бетонно-смесительным узлом при действии возмущений любой природы. Однако быстродействие замкнутой системы автоматического управления бетонно-смесительным узлом сравнительно низкое, поскольку они реагируют не на причину, а на отклонение управляемой величины от заданного значения.

Принцип комбинированного управления. Управление бетонно-смесительным узлом осуществляется на основании сочетания принципом управления по возмущению и обратной связи (рис. 4).

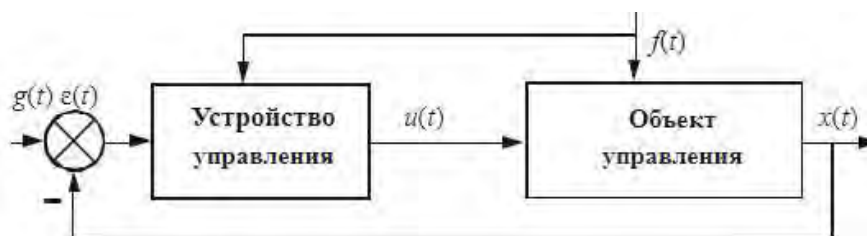


Рисунок 4 - Система автоматического управления, реализующая принцип комбинированного управления

Компенсирющие каналы содержат дифференцирующие звенья, что приводит на практике к трудностям физической реализации и как следствие к частичной, а не полной инвариантности.

Выбор варианта концепции системы управления зависит от ее назначения, условий работы, возможностей получения необходимой рабочей информации, стабильности характеристик отдельных элементов и т.п.

Поэтому на основании анализа бетонно-смесительным узла как объекта управления и особенностей его функционирования применим принцип обратной связи (рис. 5).

На основании задания рецепта приготовления бетона формируются сигналы задания на массовый состав компонентов: $M_{\text{пес}}^{\text{зад}}$ песка, $M_{\text{щеб}}^{\text{зад}}$ щебня, $M_{\text{цем}}^{\text{зад}}$ цемента и $M_{\text{вод}}^{\text{зад}}$ воды. Дозирование компонентов осуществляется путем автоматического изменения положения регулирующих органов (РО) приводимых в движение системой управления исполнительными механизмами (ИМ). Для поддержания точного дозирования происходит измерение текущего количества загруженных компонентов с помощью датчиков веса или расхода и сравнение с заданными значениями.

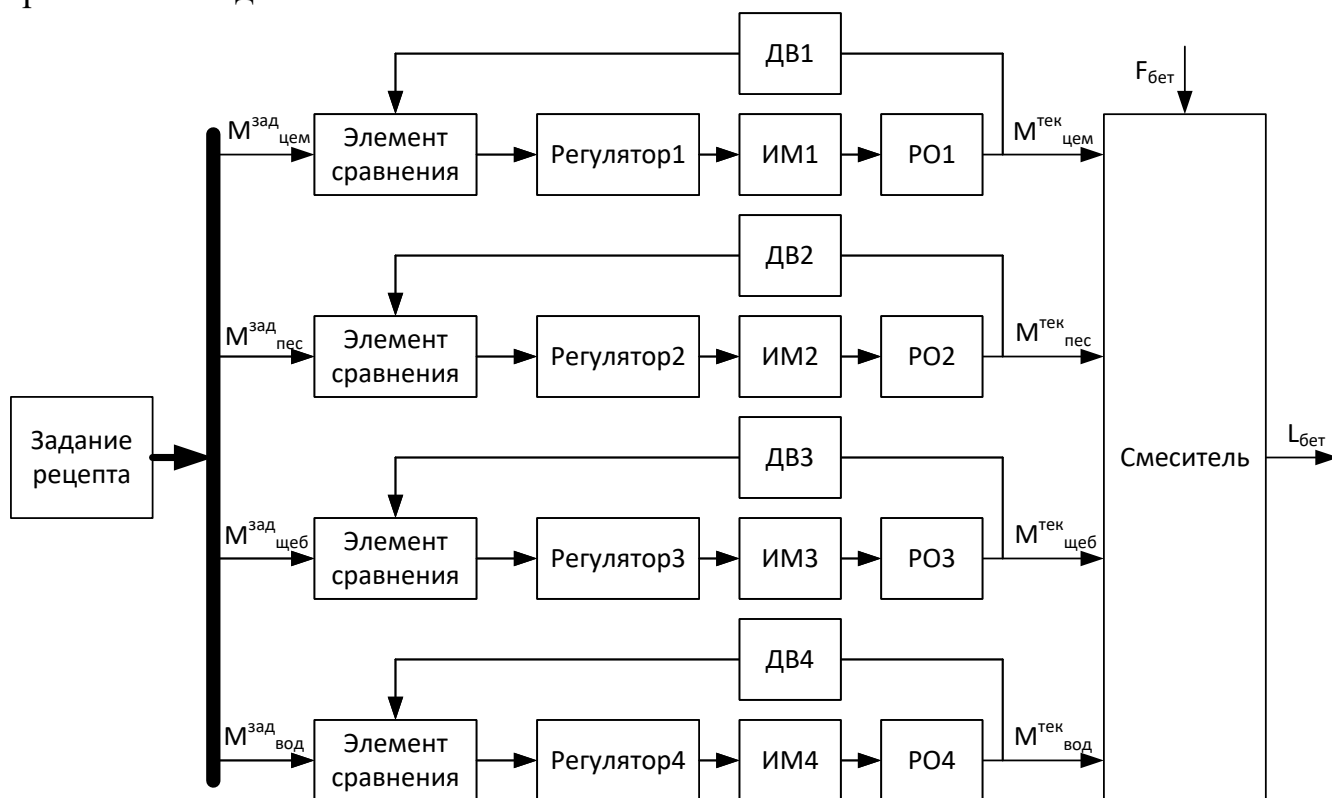


Рисунок 5 – Функциональная схема системы автоматического управления бетонно-смесительным узлом

Сигнал рассогласования поступает на вход соответствующего регулятора управляющего исполнительными механизмами. После загрузки происходит

включение мешалки на время, определенное рецептом, потом происходит выгрузка готового бетона.

Выводы. Предложена структура системы автоматического управления бетонно-смесительным узлом на основе обратной связи по регулируемым координатам. Что позволит получить необходимую точность управления процессом приготовления бетона (дозирования, перемешивания) согласно заданным рецептам и процессом выгрузки готовой продукции клиентам.

Список литературы

1. Барский Р.Г. Основы теории и построения систем автоматизированного управления процессами многокомпонентного дозирования строительных смесей.- М.: МАДИ. 1988. - 47 с.
2. Беляков Р., Ефимов Ю., Наранов К. АСУ ТП бетонного завода [Электронный ресурс] / СТА 3/2006. – С. 52-56. – URL: <https://www.cta.ru/cms/f/342894.pdf> (дата обращения 24.10.2019 г.)
3. Гусев М.В., Епишкин О.М. Практические рекомендации по модернизации дозирочно-смесительного отделения [Электронный ресурс] / Заглавие с экрана. – URL: <https://www.tenso-m.ru/publications/215/> (дата обращения 24.10.2019 г.)

УДК 621.3

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕНТОЧНЫМ КОНВЕЙЕРОМ НА БАЗЕ ПЛК СЕРИИ I-7000

П.А. Чуваев, магистрант

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

Чуваев П.А. Цель научной статьи – эффективность эксплуатации магистрального ленточного конвейера за счет улучшения аппаратуры автоматизации.

В статье предлагается разработать систему управления ленточным конвейером на базе микроконтроллера I-7188 XB, которая будет обеспечивать контроль над основными датчиками, такими как: датчик скорости привода, датчик скорости ленты, датчик температуры привода, датчик схода ленты, датчик натяжения ленты и ее обрыва.

Легкость перепрограммирования современных микроконтроллеров позволяет в дальнейшем усовершенствовать алгоритм управления без больших затрат времени и без изменения структуры системы.

Ключевые слова: ленточный конвейер, микроконтроллер, автоматизация, эксплуатация.

Chuvaev P.A. The purpose of the scientific article is the operational efficiency of the main conveyor belt by improving automation equipment.

The article proposes to develop a belt conveyor control system based on the I-7188 XB microcontroller, which will provide control over the main sensors, such as: drive speed sensor, belt speed sensor, drive temperature sensor, belt exit sensor, belt tension and breakage sensor.

The ease of reprogramming modern microcontrollers allows us to further improve the control algorithm without a lot of time and without changing the structure of the system.

Keywords: conveyor belt, microcontroller, automation, exploitation.

Ленточные конвейера предназначены для транспортировки полезных ископаемых по штрекам, бремсбергам, уклонам и наклонным стволам угольных шахт и рудников.

Возрастающий объем добычи полезного ископаемого, увеличение длины горных выработок влияют на условия эксплуатации угледобывочного оборудования и средств транспортирования, и требуют их усовершенствования.

В угольных шахтах и рудниках для доставки полезного ископаемого из забоя, а также для транспортировки его по сборным штрекам, бремсбергам, уклонам и наклонным стволам на сегодняшний день широко применяются ленточные конвейера.

Современные магистральные конвейерные линии характеризуются значительной протяженностью и использованием мощных приводов. Это сложные объекты автоматизации как с позиции управления ими, так и обеспечения безопасности эксплуатации.

На рисунке 1.1 приведена функциональная схема системы автоматизации управления ленточным конвейером.

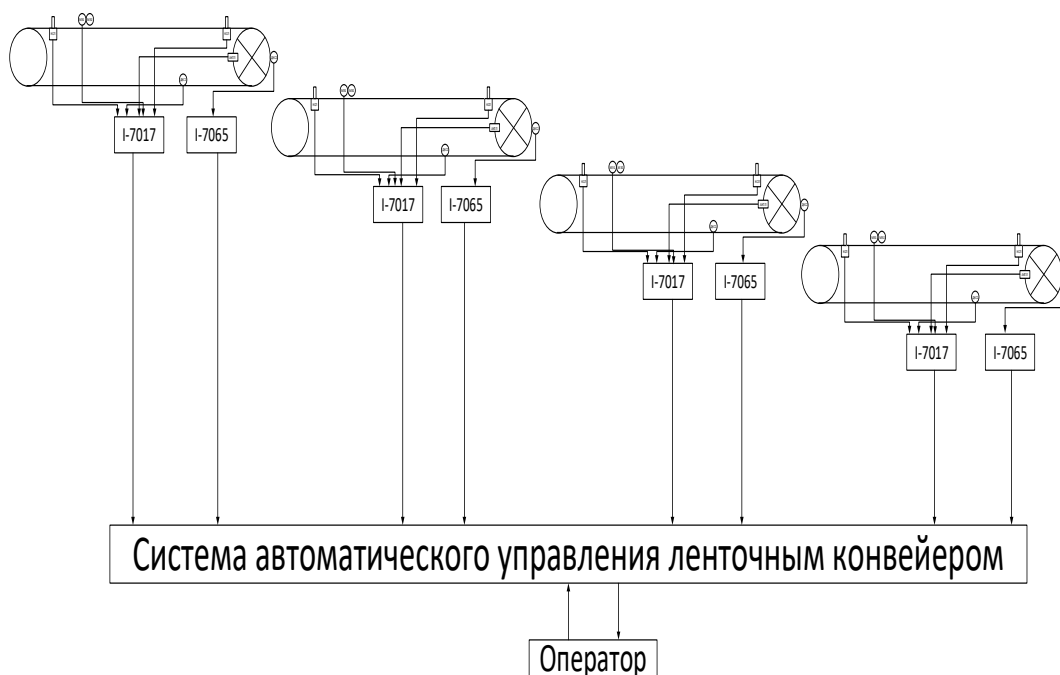


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматизации управления ленточным конвейером на базе микроконтроллера I-7188

На схеме 1.1 обозначено:

КСЛ1-4 – датчики контроля схода ленты; МЭ1-2 – электромагнитные манометры; ДКС1 – датчик скорости ленты; ДКС2 – датчик скорости привода; АКТЛ – датчик температуры привода.

Для контроля схода ленты используется датчик КСЛ-2, размещенный на роликоопорах конвейера. При сходе ленты в какую-либо сторону происходит воздействие на гибкий тросовый привод, что соответственно вызывает отклонение вершины датчика от центрального положения, происходит перемещение кольцевой магнитной системы и контакты замыкаются или размыкаются. После того, как прекратится отклоняющее воздействие пружина возвращает магнитную систему в изначальное положение.

Контроль и управление усилием натяжения ленты осуществляется устройством управления конвейера. Натяжная станция активируется, когда натяжение ленты будет соответствовать нижнему допустимому пределу, установленному на электромагнитном манометре (МЭ2). Натяжная станция отключится, как только натяжение достигнет верхнему допустимому пределу. При срабатывании аварийного электромагнитного манометра (МЭ1) сигнал

поступает на систему автоматического управления конвейером и он выключается.

Принцип работы датчика контроля скорости ленты заключается в том, что при линейном движении ленты, вращается так же и измерительное колесо датчика, за счет этого происходит формирование импульсов при каждом повороте связанного с ним кодирующего диска на определенный угол.

Датчик скорости приводного барабана устанавливается так, чтобы он срабатывал на прохождение бобышек на барабане. Принцип действия основан на том, что при прохождении через зону чувствительности датчика каждого конструктивного элемента подконтрольного механизма, он формирует один импульс тока. Таким образом, частота следования импульсов напрямую связана со скоростью вращения приводного барабана.

Контроль температуры приводных барабанов ленточных конвейеров осуществляется при помощи АКТЛ-2. Он отключает приводной двигатель конвейера при нагреве барабанов выше допустимого ($65 \pm 10^\circ\text{C}$). Таким образом предотвращается воспламенение ленты при ее пробуксовке. При таком нагреве барабана резко снижается ферритового датчика, за счет этого происходит уменьшение сигнала катушки и наводимой ЭДС в обмотке. Происходит отключение реле, затухание лампы и происходит разрыв цепи управления магнитного пускателя конвейера.

На рисунке 1.2 изображена структурная схема системы автоматизации управления ленточным конвейером на примере 1 конвейера.

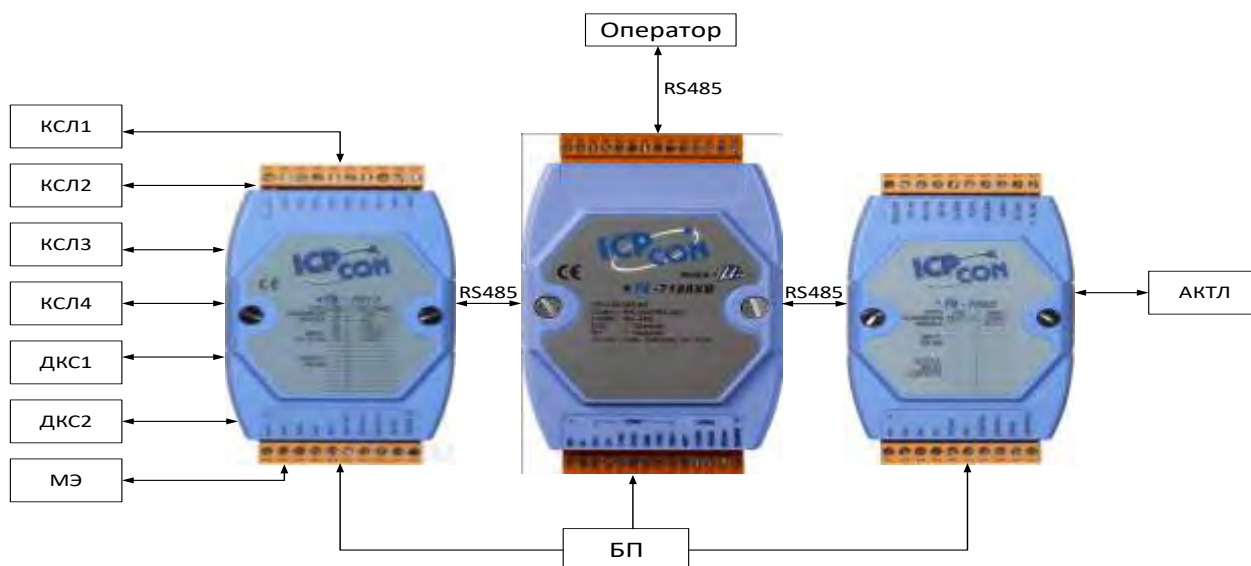


Рисунок 2 – Структурная схема автоматизации управления ленточным конвейером на базе микроконтроллера I-7188

На рисунке 1.3 изображено:

МК I-7188 – модуль контроллера ф. ICP DAS; I-7017 – модуль 8-канального аналогового ввода ф. ICP DAS; I-7065 – модуль дискретного ввода/вывода с силовым реле ф. ICP DAS; БП – блок питания; RS-485 –

стандарт физического уровня асинхронного интерфейса, обеспечение связи между контроллером и модулями расширения.

В зависимости от количества конвейеров в конвейерной линии будет изменяться количество расширителей типа I-7017 и I-7065

Разработки выполнены на микропроцессорной базе с применением модуля контроллера I-7188 ХВ. В схеме предусмотрены схемные подключения к модулю контроллера и модулям расширения, обеспечивающие искробезопасность электрических цепей подключения, так как разработанная система автоматического управления должна работать в подземных условиях шахт во взрывоопасной среде. В частности, делители напряжения и компараторы осуществляют гальваническую развязку линии связи системы с контактными датчиками, а также осуществляют защиту микроконтроллера устройства от возможных перенапряжений в соединительных линиях датчиков с помощью диодов и резисторов.

В качестве контролируемых датчиков были выбраны: КСЛ-2 – датчики схода ленты; ДКС – датчик скорости ленты и такой же датчик скорости приводного барабана; АКТЛ-2 – датчик температуры приводного барабана; МЭ – электромагнитные манометры, которые служат для контроля натяжения ленты.

Список литературы

1. Батицкий, А.В. Автоматизация производственных процессов и АСУТП в горной промышленности / А.В. Батицкий, В.И. Куроедов, А.А. Рыжков. - М.: Недра, 1991. - 303 с.
2. Датчики для автоматизации в угольной промышленности. Справочник / Под ред. В. А. Ульшина.- М.: Недра, 1988.

УДК 669.04:669.187.2

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ПОДОГРЕВ ШИХТЫ В СИСТЕМЕ CONSTEEL

П.А. Гнитиёв, к.т.н., доцент

В.А. Шатович, магистрант

*Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, ДНР
Кафедра технической теплофизики*

Гнитиёв П.А., Шатович В.А. Работа электропечей на горячей шихте обеспечивает повышение производительности печей, сокращение расходов электродов, футеровки, объемов вредных выбросов и другие преимущества.

Целью работы является выбор топлива для высокотемпературного подогрева лома в системе Consteel перед загрузкой в дуговую сталеплавильную печь.

Для обеспечения высокотемпературного подогрева шихты предложено установить дополнительный участок конвейера подачи материала, отапливаемый горелками.

В ходе расчёта выбрано топливо обеспечивающее главные требования: высокая теплота сгорания и температура горения.

Ключевые слова: дуговая сталеплавильная печь, подогрев, лом, теплота сгорания, температура горения.

Gnitiev P.A., Shatovich V.A. The operation of electric furnaces on a heated scrap provides an increase in the productivity of furnaces, reducing the costs of electrodes, lining, emissions, and other advantages.

The aim of the work is to select a fuel that provides high-temperature heating of scrap in the Consteel system before loading it into an arc steel furnace.

To ensure high-temperature heating of the scrap, it is proposed to install an additional section of the material supply conveyor heated by burners.

In the course of the calculation, the fuel that selected the main requirements was selected: high calorific value and combustion temperature.

Key words: electric arc steelmaking furnaces, heated, scrap, heat of combustion, the combustion temperature.

Введение. Современные дуговых сталеплавильных печах (ДСП) являются одними из наиболее энерго- и материалоемких агрегатов в металлургии. Как и в любом производстве при работе ДСП имеются затраты: на электроэнергию (доля расходов в себестоимости стали - 25 %), за счёт потерь тепла уносимое отходящими газами – 20%, другие потери (электрической сетью, тепловые (при открытом своде, через рабочее окно)) – 10%[1-2].

Один из способов уменьшения расходов — предварительный подогрев лома перед его загрузкой в печь, чем выше температура подогретого лома, тем больше экономия электроэнергии.

Без кардинального изменения существующей конструкции ДСП нагревать лом до высоких температур (~800 °С) технически невозможно. На практике ограничиваются нагревом до 300 °С.

Цель исследования. Целью расчёта является определение расхода воздуха, количества и состава продуктов горения и температуры горения.

Материал и методы. Для решения данных проблем предлагается установить агрегат Consteel состоящий из двух участков. На первом участке подогрев лома осуществляется за счёт отходящих газов дуговой сталеплавильной печи, за счёт тепла отходящих газов обеспечить высокотемпературный подогрев почти невозможно по нескольким причинам: в различный период плавки в ДСП температура варьируется в пределах 20 – 1500°С и недостаточное время нахождения в печи Consteel(порядка 3–5 минут). Для обеспечения высокотемпературного подогрева шихты – установить дополнительный участок конвейера подачи материала, отапливаемый горелками.

Основным преимуществом процесса Consteel является экономия электроэнергии, достигаемая благодаря действию следующих факторов: предварительному нагреву скрапа; отсутствию необходимости открывать крышку печи для загрузки скрапа; высокому соотношению времени работы печи под током и длительности плавки от выпуска до выпуска. В водоохлаждаемых стеновых панелях, крышке и фурмах печи не возникает утечек, вызываемых горением дуги или ударами скрапа при загрузке, что сводит к минимуму опасность попадания воды в печь. Все это повышает безопасность условий работы по сравнению с типовыми электродуговыми печами. Непрерывная загрузка обеспечивает высокую гибкость процесса, позволяя использовать железо прямого восстановления, горячбрикетированное железо, жидкий и чушковый чугун. Равномерный процесс плавки в ванне печи оказывает меньшее воздействие на такое оборудование, как водоохлаждаемые стеновые панели, крышка, водоохлаждаемые фурмы, а также завалочные краны.

Результаты исследования. Для выбора оптимального топлива для горелок были рассмотрены различные виды топлив:

- газообразное:

· коксовый газ с составом:

$CO_2 = 2\%, CH_4 = 23\%, C_2H_6 = 2\%, H_2 = 58\%, N_2 = 7,5\%, H_2S = 0.5\%, CO = 7\%$

природный газ:

$CO_2 = 0,2\%, CH_4 = 94\%, C_2H_6 = 1,2\%, C_3H_8 = 0,7\%, C_4H_{10} = 0,4\%, C_5H_{12} = 0,2\%, N_2 = 3,3\%$

- жидкое (мазут: $C = 87,4\%, H = 11,2\%, O = 0,5\%, S = 0,5\%, N = 0,4\%$);

- смесь газообразного топлива (природный газ (70%) и коксового газа (30%);
- смесь жидкого и газообразного топлива (мазут (40%) и природный газ (60%);
- смесь жидкого и газообразного топлива (мазут (60%) и природный газ (40%)).

Расчёты выполнены[3] и снесены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты расчета горения топлива

| Наименование величин | Коксовый газ | Природный газ | Коксо-природный газ | Мазут | Мазут (40%) природный газ (60%) | Мазут (60%) природный газ (40%) | |
|---|--------------------|---------------|---------------------|-------|---------------------------------|---------------------------------|-------|
| Исходные данные | | | | | | | |
| Коэффициент расхода воздуха | 1,2 | | | | | | |
| Содержание кислорода в воздухе | 23 | | | | | | |
| Температура воздуха, °С | 20 | | | | | | |
| Результаты расчета | | | | | | | |
| Теплота сгорания топлива, МДж/м ³ (кг) | 14,8 | 35,2 | 29,15 | 39,81 | 37,041 | 37,96 | |
| Действительный расход воздуха, м ³ /м ³ | 4,96 | 11,39 | 11,35 | 11,69 | 11,51 | 11,57 | |
| Выход продуктов сгорания, м ³ /м ³ | 5,64 | 12,37 | 12,31 | 12,39 | 12,06 | 11,91 | |
| Состав продуктов сгорания | CO ₂ ,% | 6,33 | 8,036 | 7,76 | 12,86 | 10,19 | 11,31 |
| | H ₂ O,% | 20,91 | 16,981 | 17,69 | 12,3 | 15,43 | 14,63 |
| | O ₂ ,% | 3,03 | 3,15 | 2,78 | 3,54 | 3,4 | 3,528 |
| | N ₂ ,% | 69,73 | 71,84 | 71,79 | 71,27 | 70,96 | 70,5 |
| | SO ₂ ,% | – | – | – | 0,04 | 0,02 | 0,038 |
| Действительная температура, °С | 1345 | 1580 | 1250 | 1600 | 1550 | 1600 | |

Из расчётов видно что по температурному параметру приемлемыми являются: природный газ – 1580°С , мазут – 1600°С и смеси мазута и природного газа – 1550°С и 1600°С. Высокий показатель теплоты сгорания у мазута – 39,81 МДж/кг, смеси мазута и природного газа – 37,041 и 37,96 МДж/кг, природный газ – 35,2 МДж/м³.

Следует отметить, что увеличение величины коэффициента расхода воздуха приводит к увеличению количества образующихся продуктов сгорания, что снижает энтальпию и температуру горения. При увеличении температуры топлива и подаваемого воздуха температура горения также увеличивается.

Выводы. На основе изложенных материалов можно сделать вывод: оптимальное топливо, обеспечивающее высокую температуру в рабочем простран-

стве и привносящее максимально полезное тепло в агрегат Consteel – малосернистый мазут и природный газ.

Список литературы

1. Луценко В. Т. Технология выплавки электростали в дуговых печах: учеб. пособие / В. Т. Луценко, В. А. Павлов, В. Ф. Мысик. — Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. — 81 с.
2. Рябов А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах: учеб. пособие / А. В. Рябов, И. В. Чуманов, М. В. Шишимиров. — М.: Теплотехника, 2007. — 197 с.
3. Левченко П.В. Расчёты печей и сушил силикатной промышленности: учеб. пособие— М.: ООО ИД «Альянс», 2007. — 366 с.