



**СБОРНИК ТРУДОВ  
СТУДЕНЧЕСКОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**НАУКА – ЭТО ТЫ!**

**Выпуск 11**

**Новотроицк 2022**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет  
«МИСиС»  
НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ**

# **НАУКА – ЭТО ТЫ!**

**Сборник трудов  
студенческой научно-технической конференции**

**Выпуск 11**

**Новотроицк 2022**

УДК 669.02/09:621.34:621.7:338.45  
Н35

Редакционная коллегия:

- Шаповалов А.Н. – главный редактор, зав. кафедрой металлургических технологий и оборудования НФ НИТУ «МИСиС», к.т.н., доцент;  
Мажирина Р.Е. – зав. кафедрой электроэнергетики и электротехники НФ НИТУ «МИСиС», к.п.н. доцент;  
Измайлова А.С. – зав. кафедрой гуманитарных и социально-экономических наук НФ НИТУ «МИСиС», к.э.н., доцент;

**НАУКА – ЭТО ТЫ!: Сборник трудов студенческой научно-технической конференции. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2022. – Вып. № 11 – 174 с.**

В сборнике представлены результаты научно-практических исследований, выполненных студентами Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС». В представленных материалах рассмотрены современные проблемы металлургических и химических технологий, машиностроения, электропривода, экономики и образования. В сборник вошли тезисы лучших выпускных квалификационных работ по тематике направлений подготовки вуза.

Тексты статей сборника публикуются в авторской редакции.

## РАЗДЕЛ I

### МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

#### Интенсификация агломерационного процесса в результате увлажнения просасываемого через спекаемый слой воздуха

Айвазян Л.А., студентка группы БМТ-18

В работе выполнен анализ показателей агломерационного цеха, рассмотрены методики интенсификации агломерационного процесса в результате увлажнения просасываемого через спекаемый слой воздуха.

С целью определения эффективности увлажнения просасываемого через спекаемый слой воздуха были проведены лабораторные спекания на агломерационной чаше диаметром 105 мм при высоте спекаемого слоя 300 мм.

Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия и результаты эксперимента

Параметр	Вариант эксперимента				
Расход воды на увлажнение, гр./опыт	0	50	100	150	200
CaO/SiO <sub>2</sub>	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Сш, %	8	8	8	8	8
Влажность факт, %	7,80	7,60	8,10	8,00	7,90
Высота спекаемого слоя, мм	320	325	330	320	325
Продолжительность спекания, мин	15	14	14,00	15,00	16,00
Температура в конце эксперимента; °С	360	410	420	400	380
Скорость спекания, мм/мин.	21,3	23,2	23,6	21,3	20,3
Выход годного агломерата, %	73,9	79,2	79,8	79,2	76,2
Прочность на истирание, доля фракции 0-0,5 мм	4,55	4,21	3,83	3,76	3,25
Прочность на удар, доля фракции 5-40 мм	60,87	66,52	68,69	67,87	66,37
Удельная производительность, т/м <sup>2</sup> ·ч	1,23	1,41	1,44	1,29	1,18

В результате эксперимента было установлено, что по мере увеличения расхода воды, распыляемой над спекаемым слоем до 100 г/мл на опыт улучшаются условия горения топлива, улучшаются тепловые условия спекания, что обеспечивает лучшее пропекание и увеличение выхода годного. Кроме того, обеспечивается повышение скорости горения топлива, то есть скорости спекания и за счёт одновременного увеличения выхода годного и скорости спекания увеличивается производительность. В результате улучшения тепловых условия спекания повышается прочность агломерата.

По результатам лабораторных исследований предложено смонтировать оборудование для распыления воды над спекаемым слоем.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## **Повышение эффективности выплавки стали в условиях электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»**

**Мирманов М.Б., студент группы БМТ-18**

Одним из направлений повышения эффективности сталеплавильного производства, активно используемого в условиях электросталеплавильного цеха (ЭСЦ) АО «Уральская Сталь», является увеличение доли жидкого чугуна в составе металлошихты. С введением в эксплуатацию гибких модульных печей (ГМП) в 2019 году, позволяющих работать как в режиме дуговой печи, так и в режиме кислородного конвертера с нулевым расходом электроэнергии, доля чугуна в металлошихте увеличилась до 85-95 %.

Статистический анализ производственных данных за 2019 год позволил установить, что с увеличением расхода жидкого чугуна, несмотря на значительное поступление тепла в печь, продолжительность плавки в режиме ДСП достигает минимума при расходе чугуна 60 т/плавку, а при работе в режиме ГМП наблюдается устойчивое увеличение продолжительности плавки, что, очевидно, связано с увеличением продолжительности окислительного рафинирования при ограниченной мощности кислородных фурм.

Дополнительным фактором, способствующим увеличению длительности плавки при повышенной доле чугуна в составе металлошихты является сопутствующий рост расхода флюсов, вызванный повышенным содержанием кремния в чугуне.

При этом, расход кислорода практически не зависит от доли жидкого чугуна, хотя известно, что с повышением доли чугуна увеличивается количество окисляющихся примесей. Результатом перерасхода кислорода является получение низкоуглеродистого полупродукта с содержанием углерода в среднем 0,05 %. Такое низкое содержание углерода в стальном полупродукте ведет к необходимости перегрева металла, перерасходу раскислителей, а также требует науглероживания металла в ковше. В результате, наблюдается не только перерасход кислорода, раскислителей и науглероживателей, но и снижение стойкости футеровки печи и загрязнение металла неметаллическими включениями.

Кроме отмеченных технологических особенностей работы ГМП с повышенной долей жидкого чугуна, эффективность его применения в условиях ЭСЦ АО «Уральская Сталь» сдерживается рядом обстоятельств:

- нестабильный состав чугуна, поступающего в чугуновозных ковшах с различных выпусков и доменных печей;
- нестабильная температура чугуна вследствие разного по длительности простоя ковша от выпуска до заливки чугуна в ГМП;
- неполный слив чугуна из ковша вследствие зарастания горловины, что затрудняет проведение плавки из-за отсутствия точной информации о массе залитого чугуна.

Для решения этих проблем и повышения эффективности использования жидкого чугуна необходимо оснащение ЭСПЦ миксером.

Оценочная эффективность установки миксера приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Эффективность установки миксерного отделения

№ п/п	Эффективность	До внедрения миксерного отделения	После внедрения миксерного отделения
1	Своевременная подача чугуна на печи	имеет риски	100%
2	Простои чугуновозных ковшей в ЭСПЦ, час	до 4,5	до 1
3	Однородность химического состава	Низкая	Высокая
4	Потери тепла жидкого чугуна, °С	до 240	до 80
5	Температура чугуна в момент заливки в ГМП, °С	1320-1250	1350
6	Образование скрапа в чугуновозном ковше, кг/т	Высокое (до 16,9)	Низкое (до 6,8)
7	Капитальный ремонт ковшей, шт/год	13	6
8	Снижение расхода электрической энергии в ГМП, кВт·ч/т	–	5-10

Установка в шлаковом пролете ЭСПЦ миксера вместимостью 1300 т обеспечит своевременную подачу жидкого чугуна на печи, усреднение химического состава чугуна, снизит потери тепла и время пребывания чугуна в ковшах, а также время нахождения порожних ковшей от окончания слива чугуна до следующей подачи, что, в свою очередь, снизит образование горловинных и донных козлов и, как следствие, уменьшит количество ремонтов ковшей. Подача в ГМП чугуна известной температуры и состава обеспечит стабильные условия плавки, а также позволит завершать продувку при требуемом остаточном содержании углерода, исключая «передувы» и связанные с этим негативные последствия. В результате повышения температуры заливаемого чугуна улучшится тепловой баланс плавки как в режиме дуговой печи, так и в режиме кислородного конвертера с нулевым расходом электроэнергии

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## **Совершенствование технологии вакуумирования стали в условиях ПАО «Северсталь»**

**Смирнова Е.А., студентка группы БМТ-18**

Вредное влияние азота наиболее сильно проявляется для малоуглеродистых сталей, которые должны иметь высокие пластические свойства. Поэтому обеспечение требуемого содержания азота в стали является

одной из приоритетных задач сталеплавильного производства, решаемая на различных этапах производства от выплавки до ковшевой обработки и разливки.

Для изучения эффективности производства стали в условиях конвертерного и электросталеплавильного цехов ПАО «Северсталь» и определения параметров, которые в наибольшей степени влияют на осадочное содержание азота и его степень удаления был произведен анализ технологических данных за январь-июнь 2021 года. Из множества выплавляемых марок сталей для анализа была выбрана стали марки 10ХСНД, как одна из самых массовых и выплавляемых обоими цехами, что позволяет проводить сравнительный анализ эффективности удаления азота.

Было установлено, что для условий выплавки стали в ККЦ параметрами, которые в наибольшей степени влияют на содержание азота и степени его удаления, являются: продолжительность плавки и расход лом на плавку; температура перед обработкой на УКП и время работы под током; время вакуумирования и масса плавки. Для условий выплавки стали в ЭСПЦ основными параметрами являются: время работы под током и расход чугуна на плавку; время работы под током на УКП и удельный расход аргона; длительность вакуумирования и удельный расход аргона на УВС.

Статистический анализ производственных данных показал, что в условиях ЭСПЦ для гарантированного получения азота в стали не более 0,008 % необходимо: вести плавку стали в шахтной печи с расходом чугуна не менее 40 тонн при продолжительности плавки более 45 минут; проводить усреднительную продувку аргоном на УКП с расходом не более 0,8 м<sup>3</sup>/т при длительности работы под током не более 55 минут; проводить глубокое вакуумирование на УВС в течение более 16 минут при удельном расходе аргона не менее 0,05 м<sup>3</sup>/ч.

В условиях ККЦ для гарантированного получения азота в стали не более 0,008 % необходимо: вести плавку в конвертере в течение более 42 минут при расходе лома не менее 60 т; проводить обработку стали на УКП при начальной температуре более 1540 °С при длительности работы под током менее 30 минут; проводить глубокое вакуумирование на УВС в течение более 20 минут при массе плавки не более 310 тонн.

При проведении регрессионного анализа производственных данных были получены уравнения, позволяющие прогнозировать степень удаления азота при вакуумировании:

$$\Delta[N]_{ШП} = 98,613 + 6,698\tau + 168,768 v_{ar} + 0,0059 \cdot t,$$

$$\Delta[N]_{КК} = 24,708 + 0,634\tau + 1,783 v_{ar} - 0,0818 \cdot m,$$

где  $\Delta[N]_{ШП}$ ,  $\Delta[N]_{КК}$  – степени удаления азота в результате вакуумирования стали, выплавленной в шахтной печи (ШП) и кислородном конвертере (КК), соответственно;

$v_{ar}$  – удельный расход аргона, м<sup>3</sup>/т;

$t$  – первая температура на УВС, °С;

$\tau$  – время глубокого вакуумирования, мин.;

$m$  – масса плавки, т.

Полученные уравнения регрессии позволяют прогнозировать степень удаления азота при текущих параметрах вакуумирования для условий эксплуатации УВС камерного типа ПАО «Северсталь», а также количественно оценить степень влияния каждого технологического параметра (при постоянстве других факторов) на степень удаления азота в стали.

Таким образом, подбирая параметры вакуумирования с учетом технологических возможностей и рациональных уровней, можно прогнозировать уровень содержания азота в стали по уравнениям регрессии, а также определять рациональное сочетание параметров ее обработки для получения требуемой глубины удаления азота.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Сравнительный анализ бездоменных способов переработки труднообогатимых руд**

**Величко Д.А., студентка группы БМТ-18**

В работе проведен сравнительный анализ энергозатрат и основных преимуществ и недостатков доменного процесса и внедоменных способов получения чугуна: Мидрекс, Корекс, Ромелт.

Сделанный анализ внедоменных способов производства чугуна доменному производству с целью выбора наиболее предпочтительного для условий АО «Уральская Сталь» показал, что каждая установка может быть реализована на данном предприятии, так как все они не требуют использования металлургического кокса, а в связи с трудностями, возникшими в последние годы с поставкой коксующихся углей, задача прямого получения чугуна (полупродукта) стала актуальной и для АО «Уральская Сталь»

Сравнительный анализ показал, что наиболее перспективным процессом выплавки чугуна является Romelt.

Преимуществами процесса Ромелт являются переработка всех видов железорудного сырья, возможна переработка отходов металлургического производства, в качестве топлива не используется дорогой и дефицитный кокс, вместо него используются тощие угли. Не требуется предварительное окускование материала, высокое содержание железа до 94 %, возможна переработка как небогатых, так и слабообогатенных руд с минимальным содержанием железа около 30 %, при этом снизятся потери железа и объем добычи руды.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Братковского Е.В.

## Разработка технологии переработки мелкозернистых отходов металлургического производства с получением гранулированного чугуна и извлечением цинка

Баянова А.С., студентка группы БМТ-18

Техногенные образования на промплощадках металлургических предприятий России вмещают сотни млн. т шлаков, шламов и хвостов обогащения, загрязняя окружающую среду. Решение проблемы полной утилизации цинксодержащих шламов черной металлургии возможно только при комплексном подходе при их переработке, предусматривающем не только рециклинг железа, но и извлечение цинка.

Наиболее привлекательной является технология ITmk3. ITmk3 технология представляет собой простой процесс с одношаговой операцией в печи (рисунк 1). В технологии используется кольцевая печь с вращающимся подом (RHF), которая превращает железную мелочь и угольную пыль в гранулы железа. Восстановление, плавление и отделение шлака происходят в течение десяти минут. Температура процесса составляет 1350-1450 °С.

Целью исследований, являлось изучение возможности получения чугуна прямым восстановлением из мелкозернистых металлургических отходов с попутным удалением цинка. Для проведения исследования, были использованы следующие отходы АО «Уральская Сталь»: шлам УОШ, колошниковая пыль, шлам сухого шламонакопителя. В качестве восстановителя использовали антрацит. Расход топлива в опытах, рассчитывался исходя из стехиометрической потребности, но удвоенный в два раза с целью восстановления оксидов (FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO).

Предварительно отходы и топлив измельчались до крупности менее 0,1 мм, и из них формовали окатыши, в качестве связующего использовали пшеничную муку.

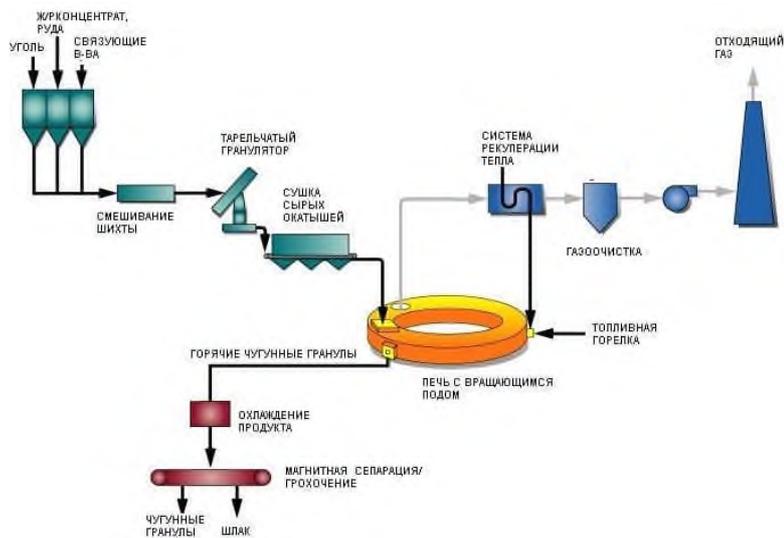


Рисунок 1 – Технологическая схема процесса ITmk3

Перед обжигом окатыши высушивали в высушивающем шкафу.

Термообработку проводили в камерной нагревательной печи «СНОЛ-12» которая позволяет контролировать заданный темп нагрева и требуемую выдержку до 1650 °С. Продолжительность термообработки 10 мин.

После термообработки из материала выделяли и провешивали металл и шлак, из которых выделяли пробы для проведения химического анализа.

Характеристики продуктов термической обработки металлургических отходов приведены в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Характеристика металла

C	S	Mn	Si	Fe
2,63-3,18	0,42-0,56	0,21-0,33	0,054-0,082	95,6-97,3

Таблица 2 – Характеристика шлака, %

ZnO	S	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
0,011-0,013	0,22-0,53	36,1-41,4	9,15-12,3	39,1-46,5

Полученные результаты свидетельствуют о том, что цинкосодержащие металлургические отходы пригодны для получения чугуна.

Таким образом, полученные результаты подтвердили возможность получения металла напрямую из мелкозернистых Zn-содержащих отходов металлургического производства по технологии ITmk3 с попутным извлечением цинка.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Разработка технических решений по повышению эффективности нагрева дутья для условий работы доменной печи №1 АО «Уральская Сталь»**

**Баянова А.С., студентка группы БМТ-18**

Интенсификация процесса плавки в доменных агрегатах в настоящее время осуществляется в результате повышения температуры, корректировки расхода природного газа и доли технологического кислорода дутья.

Статистический анализ производственных данных позволил установить, что оптимальный и рациональный уровень температуры дутья в условиях доменной печи № 1 АО «Уральская Сталь» находится в диапазоне 1130-1150 °С, при котором наблюдается минимальный расход кокса (фактический и приведенный) и максимальная производительность при максимальном использовании химической энергии. Фактическая температура дутья составляет в среднем 1109 °С, поэтому для её увеличения и повышения стабильности и эффективности нагрева дутья в работе предложено заменить

воздухонагреватели (ВН) с внутренней камерой горения на воздухонагреватели конструкции Калугина.

Основными достоинствами воздухонагревателя конструкции Калугина являются: простота конструкции кожуха; простота выполнения кладки и размещение ее в едином кожухе; минимальное ослабление кожуха и кладки подводными и отводящими трактами; доступность для обслуживания и ремонта. Сравнительная эффективность доменных воздухонагревателей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная эффективность доменных воздухонагревателей

Общие параметры	Наружная КГ	Внутренняя КГ	ВН Калугина
Срок службы, лет	20	25	30
Количество ВН в блоке, штук	4	4	3
Эффект «короткого замыкания»	Нет	Да	Нет
Пульсация горения	Да	Да	Нет
Температура горячего дутья, °С	1100-1150	1150-1200	1250-1350
Распределение продуктов горения по насадке	Неравномерное (±0,1)	Неравномерное (±0,25)	Равномерное (±0,03)
К.П.Д., %	79,0	86,3	88,7
К.И.Т., %	83,5	87,1	92,2

Проведен тепловой и аэродинамический расчет воздухонагревателя конструкции Калугина с горелкой в куполе, спроектирован воздухонагреватель габаритных размерах действующего. В проекте предлагается установить блок воздухонагревателей из 3 штук.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Разработка технологии производства стали с пониженным уровнем неметаллических включений в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Важенин И.Е., студент группы БМТ-18**

Повышение чистоты металлопроката по неметаллическим включениям (НВ) является одной из важнейших задач производства стали, поскольку в большинстве случаев НВ негативно влияют на свойства металлургической продукции из-за нарушения сплошности металла и образования полостей, являющихся концентраторами напряжений. Поэтому требования к загрязненности стали неметаллическими включениями (НВ) постоянно ужесточаются.

Анализ результатов загрязненности проката исследуемых сталей по силикатам хрупким и недеформирующимся (см. табл. 1) показывает, что отклонения от максимального балла по силикатам хрупким наблюдаются на 3,9-7,7 % листов, а по силикатам недеформирующимся отклонения от максимального балла превышают 10 %.

Таблица 1 – Результаты оценки загрязненности листового проката

Марка стали	Кол-во оценен. листов	Количество листов, шт./%			
		Силикаты хрупкие		Силикаты недеформирующиеся	
		Удовлетворяют	Неуд.	Удовлетворяют	Неуд.
K52	568	546 / 96,1	22 / 3,9	541 / 95,2	27 / 4,75
K56	202	191 / 94,6	11 / 5,4	195 / 96,5	7 / 3,47
K60	2282	2107 / 92,3	175 / 7,7	2049 / 89,8	233 / 10,21

Наличие неметаллических включений в стали оказывает существенное влияние на её механические свойства, что связано как с нарушением сплошности металла, так и различиями в коэффициентах термического расширения и степени деформируемости включений и металлической матрицы. Наиболее негативное влияние на свойства стали оказывают крупнокристаллические недеформирующиеся включения.

Влияние уровня загрязненности проката силикатами недеформирующимися (СН) на некоторые свойства образцов из стали класса прочности K52 проиллюстрировано на гистограмме (рисунок 1).

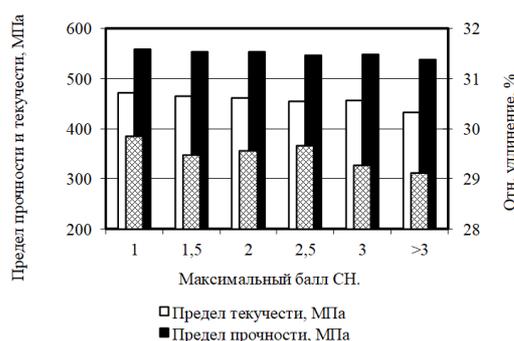


Рисунок 1 – Влияние уровня загрязненности листового проката силикатами недеформирующимися (по максимальному баллу) на механические свойства

Из представленных на рисунке 1 данных следует, что снижение пластичности проката наблюдается при увеличении загрязненности силикатами недеформирующимися до 3 балла, а заметное падение прочностных свойств – при превышении уровня загрязненности более 3 балла.

Предварительный анализ показал, что для снижения загрязненности металла хрупкими и недеформирующимися неметаллическими включениями необходимо обеспечить содержание кальция в стали не менее 10-15 ppm, алюминия не более 0,020 % при отношении Ca/Al на уровне не менее 0,05. Для гарантированного выполнения требований по загрязненности стали НВ, уменьшения количества и размеров отдельных глобулей, оцениваемых по ГОСТ-1778 как недеформирующиеся силикаты, необходимо не допускать нарушения технологии раскисления металла и шлака, и обработки металла на УКП, а также изучить вопрос обработки стали комплексными модификаторами,

содержащими наряду с кальцием, такие щелочноземельные металлы (ЩЗМ), как стронций и барий.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## **Оптимизация теплового состояния полосы на стане горячей прокатки 2000 ПАО «ММК»**

**Гудкова А.М., студентка группы БМТ-18**

Горячая прокатка стали на данный момент является одним из наиболее популярных технологических процессов в черной металлургии, позволяющим получать большое количество как полуфабрикатов, так и конечной продукции для дальнейшей их переработки в промышленности. Наибольшее количество продукции в составе горячего проката у широкополосного стана горячей прокатки (ШСГП). Разработка оборудования с заданными механическими свойствами является одним из основных требований технологии горячей прокатки.

Одной из проблем обеспечения стабильных механических свойств горячекатаного проката, производимого на ШСГП 2000 ПАО «ММК» является неэффективное ламинарное охлаждение полосы, что связано с рядом конструктивных недостатков коллекторов, в том числе быстрый выход из строя форсунок. Поэтому в данной работе выполнен проведен анализ теплового состояния полосы на стане 2000 горячей прокатки, рассмотрены методики по улучшению качества ламинарного охлаждения полосы.

На основе данных, полученных при обследовании и анализе технологического процесса ламинарного охлаждения стана 2000 г.п., а также геометрических особенностей первого участка линии ламинарного охлаждения предлагаем три возможные схемы расположения коллекторов новой конструкции (рисунок 1), каждая из которых обеспечивает более эффективное охлаждение полосы.

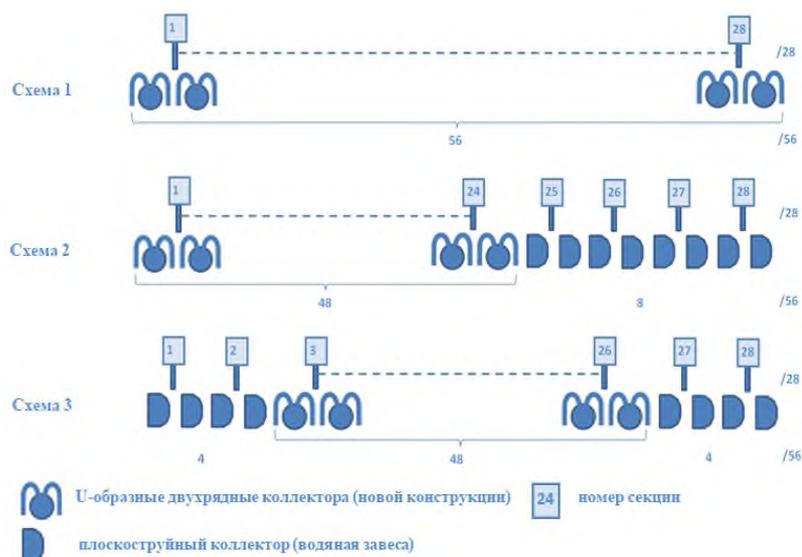


Рисунок 1 – Возможные схемы расположения коллекторов

Апробация предлагаемых конструктивных решений правильная настройка системы ламинарного охлаждения горячекатаной полосы в зависимости от сортамента прокатываемой продукции позволит предприятию достичь поддержания соответствующего теплового режима по длине и ширине горячекатаной полосы

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МТиО, д.т.н. Демы Р.Р.

### Повышение эффективности рафинирования электролитического хрома в условиях АО «НЗХС»

Гайникамалов Р.М., студент группы БМТ-17з

Рафинирования электролитического хрома от серы и кислорода в условиях АО «НЗХС» осуществляется в вакуумной водородной печи, по технологическому режиму, предусматривающему выдержку хрома в течение 46-48 часов в среде водорода при остаточном давлении не более 20 тонн и температуре 1440 °С.

Одной из основных проблем, возникающих при эксплуатации вакуумной водородной печи, является перегрев вакуумного насоса в летний период, что приводит к остановке процесса и снижает производительность агрегата.

Для решения данной проблемы в работе предлагается замена действующего теплообменника, обеспечивающего охлаждение вакуумного насоса, на новый с более высокой производительностью. Сравнительная характеристика действующего и предлагаемого теплообменных аппаратов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики теплообменников

Характеристика	Действующий	Предлагаемый
	Kelvion NT 100M	AlfaLaval M6 MFG
Максимальная рабочая температура	+110 °С	+150 °С
Максимальная площадь теплообмена	25 м <sup>2</sup>	38 м <sup>2</sup>
Расход воды	10 м <sup>3</sup> /ч	15 м <sup>3</sup> /ч
Максимальное рабочее давление	21 бар	32 бар

Теплообменники AlfaLaval M6MFG относятся к классу малых теплообменников и имеют достаточно компактную конструкцию. Они зарекомендовали себя как эффективные и надежные устройства, работающие при должном обслуживании без сбоев и проблем на протяжении нескольких десятков лет.

При установке теплообменника AlfaLaval M6MFG рабочая температура вакуумного насоса опустится до оптимальных 50-55 °С, что обеспечит бесперебойную работу печи.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Разработка технологии выплавки высокохромистого износостойкого чугуна в условиях АО «НЗХС»**

**Голушко Н.Е., студент группы БМТ-18**

Для условий абразивного износа применяют чугуны специальных марок, наиболее распространенными из них являются хромистые, так как они обеспечивают необходимый комплекс технологических свойств при удовлетворительной себестоимости.

Новотроицкий завод хромовых соединений (АО НЗХС) производит феррохром различных марок. В связи с тем, что в последнее время существенно увеличилась потребность в деталях размалывающего оборудования, было принято решение организовать собственное литейное производство, что обеспечит дополнительную прибыль.

В работе на основании анализа литературных и производственных данных оптимизирован химический состав износостойкого хромистого чугуна, разработана технологии его выплавки, спроектирован литейный участок.

Данный химический состав отбеленного чугуна обеспечивает высокие специальные свойства в литом состоянии: износостойкость увеличивается в 1,6 раза в сравнении с нелегированным отбеленным чугуном, твердость увеличивается в 1,25 раза в сравнении с нелегированным отбеленным чугуном.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Братковского Е.В.

## Повышение качества товарного чугуна в условиях АО «Уральская Сталь»

Ефанов К.А., студент группы БМТ-17з

В данной работе было проанализировано качество чушкового чугуна производимого в условиях доменного цеха АО «Уральская Сталь», а также проведен анализ эффективности оборудования участка «Разливочных машин».

Результаты исследования показали, что качество товарного чушкового чугуна в значительной степени зависит от температуры разливаемого чугуна, применяемого противопригарного покрытия и интенсивности охлаждения мульд с жидким чугуном на разливочной машине.

На сегодняшний день на металлургических предприятиях для опрыскивания мульд применяется раствор извести, который, в зависимости от плотности, оказывает сильное влияние на чистоту поверхности чушки чугуна. Плотность известкового раствора оказывает влияние на качество покрытия мульд, что в свою очередь вызывает кипение чугуна или, наоборот, прихватку чушек к мульдам (заваривание мульд).

Проведенные исследования показали, что при плотности известкового раствора в пределах  $1,0-1,15 \text{ г/см}^3$  мульды покрываются плохо, образуя незащищенные места. Это приводит к завариванию мульд. А при повторном прохождении заваренных мульд под разливочным носком, чугун разливается по поверхности и застывает тонкой пленкой, образуя наплывы, как показано на рисунке 1.



Рисунок 1 – Наплывы на чушковом чугуне

Это ведет к потерям чугуна как в виде боя, так и в виде неучтенных потерь металла.

При плотности раствора от более  $1,30 \text{ г/см}^3$  – мульды покрываются толстым и плотным слоем раствора, влага раствора не успевает испариться, мульды приходят под налив чугуна сырые. В результате происходят хлопки с

выбросом металла, в мульдах происходит сильное бурление чугуна, что способствует образованию пустот в чушках.

Результаты исследований показали, что для получения качественной поверхности чушек чугуна плотность известкового раствора должна быть в пределах 1,15-1,30 г/см<sup>3</sup>.

В результате была предложена система контроля плотности известкового молока, которая позволяет повысить выход годного чугуна, избежать приваров и других дефектов.

Внедрение данной системы благодаря исключению приваривания чушек чугуна к мульдам позволит:

- снизить расход мульд на 2 %;
- увеличить объем товарного чугуна на 4 %.

Также, в установки для дозирования известкового молока на годовой экономический эффект за год составит 2,38 млн. руб., при этом себестоимость продукции в плановом периоде снизится на 30,99 руб./т, рост производства чугуна составит 76720 т в год, мероприятие окупится за 2 года, что является приемлемым сроком окупаемости проекта, рекомендуется к внедрению в АО «Уральская Сталь».

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Фукса А.Ю.

## **Оптимизация параметров дутьевого режима доменной плавки**

### **Калинина В.А., студентка группы БМТ-18**

Для достижения наилучших технико-экономических показателей (ТЭП) плавки дутьевой режим, включающий в себя такие параметры как расход, давление и температура дутья, содержание кислорода и расход топливных добавок, должен быть оптимальным.

Для определения рационального сочетания параметров дутьевого режима в работе были проанализированы среднемесячные показатели работы доменной печи № 4 АО «Уральская Сталь» за период с 2016 по 2018 годы. Показатели работы доменной печи № 4 за рассматриваемый период (без учета периодов проведения кап. ремонтов) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технологические параметры работы ДП № 4 АО «Уральская Сталь»

Показатели		Значение показателя за период	
		диапазон	среднее
Производительность, т/сутки		3160,00-4296,06	3558,47
Выход шлака, кг/т чугуна		340,06-417,12	396,44
Вынос колошниковой пыли, кг/т чугуна		7,89-41,11	25,16
Содержание железа в шихте с известью, %		53,20-55,90	54,38
Доля железорудной части, %	Агломерат	31,21-50,78	43,95
	Окатыши	48,82-67,58	55,11
Рудная нагрузка, т/т кокса		3,37-4,35	3,75
Дутье	расход, м <sup>3</sup> /мин	2801,00-3348,00	3073,17
	давление, АТИ	2,09-2,74	2,50
	температура, °С	1058,00-1170,00	1121,99
Содержание кислорода в дутье, %		21,00-29,73	24,33
Колошниковый газ:	давление, АТИ	0,84-1,36	1,16
	Состав, %:	СО	14,68-21,30
		СО <sub>2</sub>	14,55-20,30
		Н <sub>2</sub>	0,02-7,70
Природный газ, м <sup>3</sup> /т		59,00-119,04	87,55
Технологический кислород, м <sup>3</sup> /т		0,80-130,26	71,67
Теоретическая температура горения, °С		2002-2272	2115,1
Кинетическая энергия газовоздушной смеси, кДж/с		41-65	53,8

Регрессионный анализ производственных данных о работе доменной печи №4 АО «Уральская Сталь» за 2016-2018 гг., позволит получить уравнения регрессии, связывающие ТЭП работы с параметрами дутьевого режима:

$$P_p = -136,2 + 0,61 \cdot Q_d + 0,27 \cdot T_d + 64,9 \cdot O_2,$$

$$K_{уд} = 518,5 - 0,64 \cdot ПГ - 0,026 \cdot T_d + 0,76 \cdot O_2,$$

где  $P_p$  – производительность, т/фактические сутки;

$K_{уд}$  – удельный расход кокса, кг/т чугуна;

$Q_d$  – расход дутья, м<sup>3</sup>/т;

$T_d$  – температура дутья, °С;

$O_2$  – расход кислорода, м<sup>3</sup>/т;

$ПГ$  – расход природного газа, м<sup>3</sup>/т.

Коэффициенты детерминации полученных уравнений превышают 0,7 ед., что подтверждает их адекватность. Совместное решение полученных уравнений позволяет определить оптимальное сочетание параметров дутьевого режима, обеспечивающих высокие ТЭП работы доменной печи № 4. В условиях работы доменной печи № 4 за период 2016-2018 гг., оптимальными параметрами дутья, обеспечивающими максимальную производительность при минимальном расходе кокса, можно считать температуру дутья 1150 °С, расход

дутья 3400 м<sup>3</sup>/мин, расход природного газа 100-110 м<sup>3</sup>/т при содержании кислорода в дутье 30 %. При этом достигаются оптимальные уровни теоретической температуры горения кинетической энергии газозооной смеси, что позволяет обеспечить производительность до 4100 т/сут при расходе кокса менее 440 кг/т.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Оптимизация состава аглодоменной шихты с целью сокращения издержек производства чугуна**

**Коломеец Е.С., студент группы БМТ-18**

В работе рассмотрена возможность частичной замены сырьевой базы АО «Уральская Сталь» для доменного и агломерационного переделов.

Для выявления альтернативных источников снабжения предприятия железорудным исследована сырьевая база Российской Федерации в целом, а также наиболее приближенных к предприятию месторождений Урала. Приведен химический анализ железорудной базы, степень их удаленности от предприятия и рассчитаны наиболее рациональные варианты использования титаномагнитового концентрата агломерационной шихте. Изучена степень влияния изменения химического состава доменной шихты с использованием агломерата, содержащего в шихте титаномагнетитовый концентрат.

Сделаны выводы по рациональности и необходимости проведения комплекса расчетов по использованию альтернативных источников сырья для доменного и агломерационного переделов. Полученные расчеты доказали возможность использования титаномагнетитов Копайского месторождения в аглошихте без ущерба качественных характеристик чугуна, кроме того, расчеты данной замены показали экономический эффект.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Гридневой А.Н.

### **Совершенствование технологии изготовления стального фасонного литья в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Кудряшев П.В., студент группы БМТ-17з**

Выполнен анализ технического состояния и показателей работы литейного производства АО «Уральская сталь».

На основании проведенного аудита технического состояния и показателей работы литейного производства АО «Уральская сталь» были сделаны следующие выводы:

- действующее оборудование морально и физически не соответствует

современным требованиям, обеспечивающим как высокие показатели производства, так и качество отливок;

– производственные мощности загружены не более 50 %, что обусловлено высокой себестоимостью литья из-за большого количества брака:

– из-за значительного брака литейной продукции для рассматриваемого производства характерна высокая ресурсоемкость и себестоимость;

– значительные затраты в виде брака и исправления продукции с отклонениями позволяют говорить о необходимости модернизации производства.

Были проанализированы возможные направления модернизации, которые позволят как повысить эффективность работы литейного производства, так и повысить качество литья и расширить сортамент продукции.

Одним из комплексных вариантов модернизации, позволяющих одновременно решить проблемы с производительностью и снижением брака является использование печей типа ДППТ, установка которой необходима в литейном цехе Общества позволит избежать нарушения технологии и повысить качество отливок, тем самым снизив долю брака более чем в на 10-20 %.

Экономические расчеты подтверждают обоснованность предлагаемых решений по модернизации фасонно-литейного цеха.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Разработка технологических мероприятий по снижению отсортировки листового проката по дефекту «сетчатая трещина»**

**Любимова Я.Р., студентка группы БМТ-17з**

В работе представлены результаты статистического анализа производственных данных о разливке слябовой заготовки и отсортировке металлопроката по дефекту «сетчатая трещина».

Дефект «сетчатая трещина» имеет вид сетки извилистых трещин на поверхности литой заготовки, которые преимущественно выявляются только после горячего травления или огневой зачистки – светления поверхности (рисунки 1, 2).



Рисунок 1 – Внешний вид дефекта на поверхности НЛЗ



Рисунок 2 – Внешний вид дефекта на поверхности листа при расположении дефекта поперек направления прокатки

Установлены основные причины возникновения дефекта «сетчатая трещина» на поверхности листового металлопроката, а именно:

- высокая температура разливаемого металла;
- нестабильная скорость разливки;
- повышенные напряжения в корочке формирующихся заготовок, превышающие прочность границ первичного зерна;
- возникновение местных участков переохлаждения или разогрева корочки заготовок из-за забитых форсунок;
- некачественная шлакообразующая смесь, неравномерная её подача в кристаллизатор.

Соответственно, для уменьшения отсортировки листового проката по дефекту «сетчатая трещина» необходимо использовать качественные смеси, вводимые в кристаллизатор, а также строго придерживаться рекомендаций технологической инструкции по температурно-скоростному режиму разливки слэбов, а именно:

- не допускать перегрев металла в промковше выше 25 °С;
- при превышении рекомендуемого диапазона перегрева металла снижать скорость разливки пропорционально каждому градусу перегрева.

Также необходимо уменьшать содержание растворенного водорода в стали с целью недопущения снижения скорости разливки в допустимом интервале температур перегрева, для чего повысить качество вакуумирования стали в вакууматоре. Оптимальным является содержание водорода в стали для непрерывной разливки не более 5 ppm.

Соблюдение перечисленных рекомендаций позволит не только повысить качество непрерывнолитой заготовки, но и значительно сократить отбраковку листового металлопроката.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

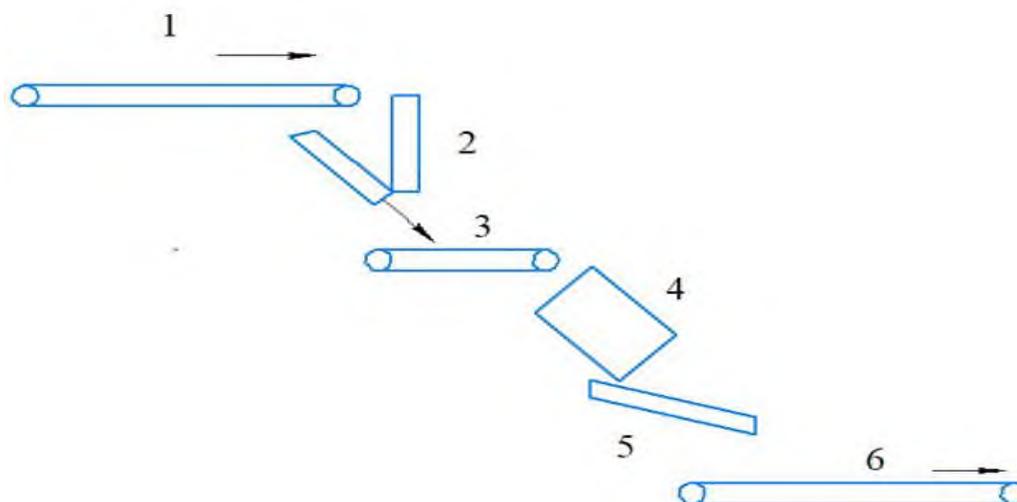
## Повышение эффективности доменной плавки в результате стабилизации механической прочности и крупности кокса в условиях АО «Уральская Сталь»

Маркушин Д.Д., студент группы БМТ-17з

Высокая прочность кокса и оптимальный гранулометрический состав является необходимым условием ведения форсированного процесса доменной плавки. Проводя исследования разрушения кокса при механических нагрузках в стандартном барабане установили, что кокс наиболее сильно разрушается в первую минуту механической обработки, а также в период 3-4 минуты. Поэтому в качестве основного мероприятия по повышению прочности кокса, загружаемого в доменные печи, выбран способ стабилизации кокса.

Проведенные исследования по стабилизации кокса в течение 1-4 мин показали, что прочность кокса увеличивается с 83 до 93 % по М25, а показатель М10 снижается с 9,2 до 7,2 %.

Для реализации способа стабилизации прочности кокса предложена технологическая схема участка стабилизации (УСК) и вариант его размещения на участке транспортировки кокса на бункерную эстакаду (рисунок 1). Кроме стабилизации кокса, на УСК предусмотрено дробление крупных фракций и отсев образующейся мелочи. Все это позволит существенно повысить прочность кокса и улучшить его гранулометрический состав.



1 – конвейер, по которому подается исходный кокс; 2 – щековая дробилка; 3 – конвейер транспортировки додобрашиваемого кокса; 4 – стабилизатор кокса барабанного типа; 5 – грохот; 6 – конвейер, по которому подается готовый кокс

Рисунок 1 – Технологическая схема участка стабилизации кокса

За счет предлагаемых мероприятий по стабилизации кокса, прочностные свойства топлива и показатели доменной плавки улучшаются, что приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Техничко-экономическая эффективность предлагаемых решений

Показатели	Значение показателя за период	
	Базовый	Плановый
КИПО, м <sup>3</sup> /т в сутки	0,666	0,47
Кокс сухой скиповый, кг/т	484,39	461,2
Прочность кокса, %		
М 25	84,1	88,3
М 10	9,0	7,6
Доля фракций, %		
+80	28,1	6,7

Таким образом, предлагаемые в работе решения по стабилизации кокса, приводящие к увеличению прочностных показателей кокса, существенно улучшают показатели доменной плавки.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Исследование взаимосвязи состава, прочностных свойств и содержания мелочи в агломерате**

**Мартенс И.П., студент группы БМТ-18**

Качество агломерата и технико-экономические показатели агломерационного производства, во-многом, определяют результаты работы доменного цеха, поэтому совершенствованию технологии агломерации уделяют большое внимание на производстве.

Выполненный анализ производственных данных о работе агломерационного цеха за период с 2015 по 2019 гг. позволил установить взаимосвязь параметров качества агломерата и технологических параметров аглопроцесса.

Для повышения эффективности работы агломерационного цеха сформулированы следующие рекомендации:

- повышение содержания доли кокса крупностью 0-3 мм с 90,31 % до 95 %, что улучшит тепловое состояние, эффективность использования топлива и повысит качество агломерата;

- повышение содержания доли известняка крупностью 0-3 мм с 94,40 % до 95 %, что улучшит эффективность усвоения известняка и будет способствовать увеличению выходного годного и объема производства;

- увеличение содержания MgO с 1,51 % до 1,8 %, что способствует увеличению выходного года;
- повышение основности с 1,66 до 1,8, что повысит прочность агломерата;
- увеличение высоты спекаемого слоя с 290 мм до 350 мм, что существенно улучшит качество агломерата и сократит расход топлива.

Внедрение предлагаемых мероприятий обеспечит:

- повышение производительности с 1,133 до 1,20 т/м<sup>2</sup> в час;
- снижение содержания мелочи в агломерате с 16,14 до 15 %;
- повышение прочности на удар с 68,35 до 70 %;
- снижение прочности на истираемость с 5,26 до 5 %.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Разработка технических решений по повышению эффективности нагрева дутья для условий работы доменной печи №4 АО «Уральская Сталь»**

**Маслов А.Е., студент группы БМТ-17з**

В работе проанализировано влияние изменения температуры дутья на основные показатели доменного процесса и сделан вывод о целесообразности повышения температуры дутья для условий работы доменной печи № 4 АО «Уральская Сталь»

Выполнен сравнительный анализ современных видов воздухонагревателей и произведён расчёт основных параметров нагрева дутья с применением насадки из шестигранных блоков. Результаты расчётов и анализ производственных данных позволяют говорить о том, что в условиях АО «Уральская Сталь» целесообразно провести полную реконструкцию блока воздухонагревателей доменной печи №4 с установкой 3-х бесшахтных воздухонагревателей конструкции Калугина.

Применение воздухонагревателей данной конструкции на доменной печи № 4 АО «Уральская Сталь» позволит увеличить температуру горячего дутья на 120 °С. При увеличении температуры дутья на 120 °С экономия кокса на доменной печи № 4 составит 33 кг/т чугуна при одновременном повышении производительности на 438 т/сут.

Значительное снижение капитальных затрат и большая экономия на ремонтах за счет увеличения межремонтного срока службы, возможность увеличения температуры нагрева дутья на 120°С и возможность размещения бесшахтных воздухонагревателей на месте существующих при установке основного оборудования на существующей рабочей площадке, малое гидравлическое сопротивление и работа без пульсаций с весьма низким содержанием вредных выбросов в дыме дают воздухонагревателям Калугина

значительные преимущества по сравнению с существующими аппаратами и определяют их как наиболее перспективную конструкцию.

Таким образом, внедрение блока воздухонагревателей Калугина позволит снизить удельный расход кокса при одновременном росте производительности печи. Экономические расчеты подтвердили обоснованность разработанных технических решений.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## **Оптимизация состава и свойств железорудных окатышей для доменной плавки**

**Николи Н.К., студентка группы БМТ-18**

Повышение качества окатышей, в первую очередь по показателю «горячей» прочности, является важной задачей для улучшения показателей доменной плавки. Поэтому целью данного исследования являлось разработка научно-технологических рекомендаций по увеличению «горячей» прочности железорудных окатышей из концентратов КМА.

Для раскрытия данной темы были рассмотрены следующие задачи:

- произведен расчет шихты для производства окатышей с различным содержанием MgO ;
- проведен эксперимент по производству магнезиальных окатышей с основностью 0,5 ед. и содержанием MgO от 0,5 до 2,5 % в лабораторных условиях.

С увеличением доли магнезита повышается содержание MgO, который при обжиге окатышей при температурах около 1300°C способствует получению готовых обожженных окатышей с высокой холодной и горячей прочностью, а также позволяет повысить температуру начала размягчения и уменьшить температурный интервал размягчения в процессах восстановления доменных и сталеплавильных печей.

На основании проведенных экспериментов по производству окатышей в лабораторных условиях рекомендовано увеличение содержания MgO в окатышах до 2,0 %, что обеспечит улучшение газодинамических условий доменной плавки и будет способствовать экономии кокса и росту производительности.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## Повышение эффективности агломерационного производства путем совершенствования технологии подготовки твердого топлива

Петрашкевич П.А., студентка группы БМТ-18

Качество агломерата зависит от множества показателей и факторов: качественных характеристик и состава железорудных материалов и топлива, влажности и классификации шихтовых материалов, высоты спекаемого слоя, продолжительности спекания и других.

Для изучения влияния характеристик топлива на проведение агломерационного процесса и качество дальнейшего полупродукта был проведен лабораторный эксперимент по исследованию влияния крупности твердого топлива. Результаты основных параметров спекания агломерата в лабораторных условиях представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры процесса агломерации в лабораторных условиях

Параметр	Базовый	Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3
Крупность кокса, мм	0-5 мм	<0,5 мм	0,5-3,0 мм	> 3 мм
Влажность фактическая, %	7,70	7,90	8,10	8,00
Высота спекаемого слоя, мм	330	335	325	330
Скорость спекания, мм/мин.	22,0	19,7	23,2	22,8
Выход годного агломерата, %	78,3	76,2	81,4	73,4
Прочность на истирание, %	4,70	5,60	4,20	6,40
Прочность на удар, %	65,80	62,30	69,50	66,30
Удельная производительность, т/м <sup>2</sup> · час	1,29	1,12	1,46	1,24

Проведенный анализ лабораторного эксперимента по спеканию агломерата показал, что при одинаковых условиях окомкования и спекания, агломерат произведенный на топливе фракции 0,5-3,0 мм демонстрирует лучшие значения во всех показателях спекания, а именно обладает:

- высокой скоростью спекания;
- наибольшим выходом годного;
- высокой прочностью на удар и низкой прочностью на истирание;
- наивысшей удельной производительностью годного агломерата.

Таким образом, для повышения эффективности процесса агломерации необходимо минимизировать присутствие в коксе фракции 0,0-0,5 мм и частиц крупнее 3 мм.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Братковского Е.В.

## **Повышение эффективности грануляции агломерационной шихты в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Половинкин А.А., студент группы БМТ-17з**

Агломерация остаётся главным способом подготовки окускованного сырья для доменной плавки. В России и за рубежом в последние десятилетия не вводятся новые мощности по окускованию. Основное внимание уделяется повышению стабильности химического состава агломерата, его прочностным свойствам, как в холодном виде, так и в восстановительной атмосфере доменных печей.

Если стабильность химического состава решается путём совершенствования существующих систем усреднения и забора железорудного сырья, внедрением новых систем дозирования компонентов шихты и их опробования в потоке, то вопросы упрочнения агломерата и снижения содержания в нём мелочи решаются оптимизацией подготовки аглошихты, подбором режимов спекания и механической обработкой.

Настоящая работа посвящена вопросам повышения эффективности агломерационного производства в результате разработки технологических рекомендаций по улучшению качества подготовки агломерационной шихты к спеканию.

На основе анализа действующей на АО «Уральская Сталь» технологии агломерации, предложены наиболее эффективные варианты повышения эффективности агломерационного производства в результате перехода на пневматическое распыление воды при окомковании, а также увеличения расхода извести до 50 кг/т.

При внедрении предлагаемых мероприятий можно ожидать уменьшения содержания в аглошихте наиболее влияющей на газопроницаемость слоя фракции 0-1 мм и увеличения прочности гранул окомкованной аглошихты.

Внедрение разработанных рекомендаций позволит повысить удельную производительность агломашин на 3-5 % при одновременном снижении расхода коксовой мелочи на 1-2 кг/т и повышении прочностных свойств агломерата.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## **Совершенствование технологии производства черновой меди в условиях ООО «ММСК»**

**Пыхтин В.А., студент группы БМТ-17з**

На Медногорском медносерном комбинате (ММСК) черновую медь получают в плавильных агрегатах – конвертерах из штейна, выплавленного в шахтных печах. Совмещенная плавка сульфидного сырья и конвертирование в

одном агрегате (СПК) была разработана в институте «Унипроед» и успешно реализуется в ММСК в варианте загрузки шихтовых материалов на поверхность расплавов через горловину конвертора.

Совмещенная плавка-конвертирование осуществляется за счет физического тепла жидкого штейна и тепла экзотермических реакций окисления сульфидов, серы, а также реакций шлакообразования. В результате плавления материалов, растворения тугоплавких составляющих и протекания химических процессов образуется окисульфидный расплав, который интенсивно барботируется кислородно-воздушной смесью, подаваемой в агрегат через фурмы под давлением. Сульфиды расплава окисляются кислородом в порядке, определённом сродством к нему.

По существующей на сегодняшний день технологии дефицит тепла восполняют с помощью горячего печного штейна, таким образом процесс совмещенной плавки и конвертирования можно рассматривать как конвертирование с переработкой несколько увеличенного количества холодных материалов, в качестве которых используется медный концентрат.

Из-за непрерывно снижающихся концентраций ценных компонентов в рудах и ужесточения природоохранных законов, в металлургии меди значительную роль имеют исследования и разработка новых экологически чистых и высокоэффективных методов извлечения меди. Одним из наиболее перспективных направлений является плавка в горизонтальных конверторах с фурмами, расположенными на дне агрегата.

Данная технология была запатентована китайскими учёными и получила название SKS. И уже нашла применение в металлургии свинца, меди и сурьмы. Процесс донной продувки продемонстрировал значительные преимущества по сравнению с другими пирометаллургическими агрегатами. Процесс плавки медного дутья снизу продемонстрировал значительные преимущества по сравнению с другими медными пирометаллургическими процессами. Этот вид плавки прост, есть возможность перерабатывать разнообразные сульфидные медные руды.

Одним из наиболее важных преимуществ такого ведения процесса является использование данной разработки при модернизации уже существующих установок. Улучшению могут подвергаться агрегаты с горизонтальным рабочим пространством, такие как Noranda, Teniente и, в том числе, агрегат СПК (рисунок 1).

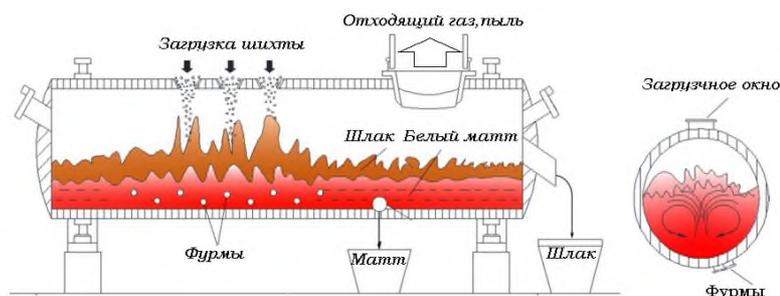


Рисунок 1 – Печь с донной продувкой

Модернизация агрегата СПК с внедрением технологии донной продувки позволит увеличить производительность плавильного агрегата, снизить затраты на газообразное топливо, снизить объемы отходящих газов, увеличить концентрацию SO<sub>2</sub> в газах, и как следствие, снизить количество низовых выбросов, за счет увеличения коэффициента нахождения под дутьем.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Гридневой А.Н.

### **Совершенствование режимов термической обработки листового проката в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Ряузов Ю.А., студент группы БМТ-17з**

Эффективность листопрокатного производства определяется не только производительностью основного оборудования, но, прежде всего, получением продукции соответствующего качества. Одним из основных критериев качества является получение требуемых механических свойств, определяющих эксплуатационные характеристики изделия. Достижение комплекса механических свойств также представляет собой многофакторную задачу, зависящую от качества исходной заготовки, химического состава стали, режимов термомеханической и термической обработки.

В работе, на примере листового проката из стали марки 12Г2ФБ, выполнен анализ отсортровки по дефекту режимов «несоответствие механических свойств», установлены причины повышенной отсортровки и предложены мероприятия по совершенствованию технологии термической обработки, а именно корректировка температурных условий в закалочной печи в зависимости от углеродного эквивалента обрабатываемой стали.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

### **Разработка мероприятий по повышению качества скипового агломерата**

**Сотникова Е.Ю., студентка группы БМТ-18**

Рассмотрено влияние качества шихтовых материалов (кокса, агломерата) и на технико-экономические показатели доменной плавки.

Установлено, что газопроницаемость столба шихты в доменной печи определяется содержанием мелочи 0-5 мм.

Снижение содержания мелочи и увеличение барабанной прочности даст возможность поднять производительность и снизить расход кокса, для этого необходимо обеспечить дополнительную сортировку агломерата перед подачей в бункера эстакады доменной печи.

Проведен эксперимент по моделированию эффективности многостадийного грохочения готового агломерата перед подачей в доменный цех, что обеспечивает отделение от общей массы агломерата малопрочных составляющих, то есть позволяет стабилизировать механические свойства и крупность агломерата.

Для повышения качества агломерата, поставляемого в доменный цех, и улучшения технико-экономических показателей работы доменных печей предлагается внедрение системы трехстадийного грохочения агломерата.

Реализация данного мероприятия позволит снизить количество мелочи в агломерате, поставляемом в рудные бункера бункерной эстакады с 16,2 до 10,0 %. Эффективность по дополнительной сортировке агломерата в рамках технологической цепи транспортировки агломерата в доменный цех представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели работы ДП объемом 1000 м<sup>3</sup> до и после реализации предложенного мероприятия

Показатель	До мероприятия	После мероприятия
Доля мелочи 0-5 мм в агломерате, %	16,2	10,0
Производительность, т/сут.	1836	2200
Удельный расход кокса, кг/т	517,3	420
Вынос колошниковой пыли, кг/т	17,8	5,2
Общий перепад давления, МПа (атм.)	0,98	1,0
Расход дутья, м <sup>3</sup> /мин	1856,2	2300

Таким образом, использование при выплавке чугуна в доменном цехе стабилизированного агломерата повысит газопроницаемость столба шихты в доменной печи и обеспечит высокую эффективность процессов теплообмена и восстановления, что приведет к повышению технико-экономических показателей при выплавке чугуна.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## **Модернизация комплекса газоочистки электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»**

**Тарабрин В.А., студент группы БМТ-17з**

АО «Уральская сталь» намеревается провести мероприятия по реконструкции и улучшению оборудования существующего комплекса установок газоочистки, локальных агрегатов газоочистки и сооружению новых локальных агрегатов газоочистки в электросталеплавильном цехе (ЭСЦ). Предусматривается установить новые вытяжные зонты, газоходы, рукавные фильтры, вентиляторы и дымовые трубы в целях соблюдения норм по охране окружающей среды.

На основании анализа литературных и производственных данных выбрана оптимальная схема очистки отходящих газов для ДСП-120 применительно к условиям ЭСПЦ АО «Уральская Сталь». Современная система газоочистки состоит из нескольких ступеней: грубая (в циклонах), полутонкая (в скрубберах Вентури) и тонкая в рукавных фильтрах.

Рассчитаны следующие параметры выбранной системы газоочистки:

– объем поступающего газа, скорость газа в циклоне и скруббере, расход воды на очистку в скруббере, а также скорость фильтрации в рукавных фильтрах;

– эффективность пылеулавливания аппаратов следующая: циклон – 56 %, скруббер Вентури – 95,4 %, рукавный фильтр – 99,8 %;

– геометрические параметры аппаратов, входящих в выбранную систему очистки газов (диаметр циклона, центробежного каплеуловителя и их высоту, диаметр горловины трубы Вентури и ее высота, диаметр входного сечения конфузора и выходного сечения диффузора, общая длина трубы Вентури).

Получены следующие результаты.

1 Повышение степени очистки отходящих газов ДСП – 120 и уменьшение запыленности отходящих газов с  $50 \text{ г/м}^3$  до  $0,0014 \text{ г/м}^3$ ;

2 Снижение платы за загрязнение окружающей среды на 6,303 млн. руб.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Братковского Е.В.

### **Разработка оптимальной схемы увлажнения агломерационной шихты в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Шептенко А.Ю., студент группы БМТ-17з**

Эффективность аглопроцесса определяется свойствами исходных компонентов шихты, составом и качеством ее подготовки, а также параметрами спекания. При постоянных параметрах спекания, во многом определяемых техническим состоянием агломашин (газоплотность вакуумной системы, мощность эксгаустера), результаты аглопроцесса зависят от свойств шихты и ее подготовки.

Качество подготовки агломерационной шихты, характеризуемое однородностью химического состава, её гранулометрическим составом и газопроницаемостью, определяется физико-химическими свойствами компонентов шихты и их соотношением, а также параметрами работы технологического оборудования. Учитывая многообразие влияющих на результаты окомкования факторов, в настоящем исследовании была поставлена цель изучения влияния влажности на результаты окомкования и спекания, а также разработка динамической системы контроля и коррекции влажности, позволяющей оперативно реагировать на изменения свойств шихты, поступающей на окомкование.

Для оценки эффективности действующей технологии подготовки аглошихты на АО «Уральская Сталь» был проведен эксперимент, заключающийся в отборе проб аглошихты и агломерата, а также фиксации параметров работы агломашины.

Полученные в ходе исследования данные позволяют заключить, что, несмотря на значительное количество комкующих фракций в исходной шихте, количество мелочи (фракция 0-1 мм) в окомкованной шихте, определяющее ее порозность и газопроницаемость, остается на значительном уровне, снижаясь ниже 10 % только при переувлажнении шихты сверх оптимальной влажности (6,5-8,0 % по условиям АО «Уральская Сталь»).

Для снижения влияния колебаний влажности на показатели аглопроцесса необходимо автоматизировать корректировку влажности аглошихты, для чего требуется оборудовать тракт подачи воды на окомкование системой автоматического регулирования влажности.

На рисунке 1 показана функциональная схема системы автоматического регулирования влажности. За счет коррекции расхода воды на увлажнения, в зависимости от текущей влажности шихты, обеспечивается постоянство условий окомкования и газопроницаемости в процессе спекания, что позволяет стабилизировать температуру и разряжение в коллекторе при постоянной скорости аглоленты.

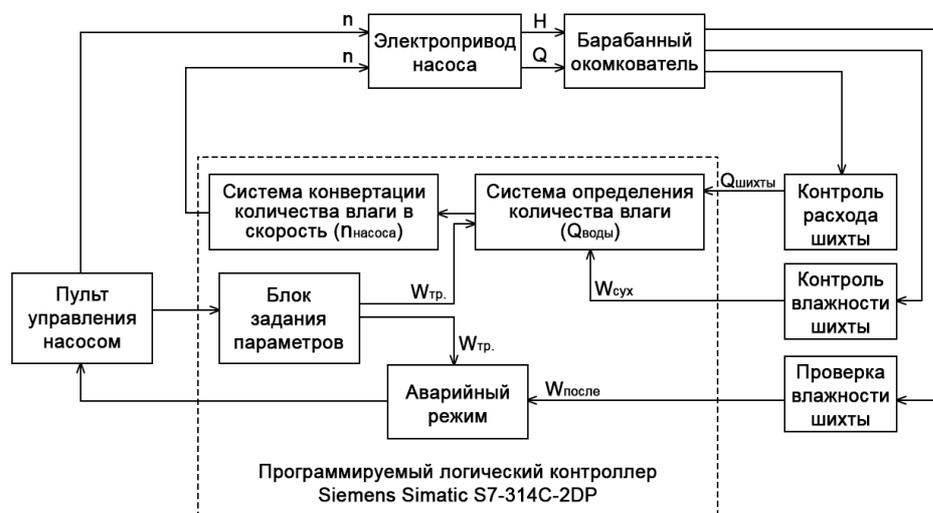


Рисунок 1 – Функциональная схема системы автоматического регулирования влажности

Внедрение системы автоматического регулирования влажности позволит стабилизировать качество агломерационной шихты, что обеспечит улучшение показателей агломерационного процесса и качества агломерата.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Фукса А.Ю.

## **Повышение эффективности десульфурации феррохрома в условиях АО «НЗХС»**

**Штифонов С.С., студент группы БМТ-17з**

Длительная практика выплавки феррохрома в электродуговых печах АО «НЗХС» показала, что в них невозможно обеспечить содержание серы менее 20 ppm. (0,002 %). Поэтому для получения феррохрома со сверхнизким содержанием серы предложено включить в технологическую цепочку производства обработку феррохрома в вакуум-водородной печи.

Проведена реконструкция плавильного участка для выплавки феррохрома, рассчитана потребность в плавильном и дополнительном технологическом и подъемно-транспортном оборудовании. Предложенная планировка обеспечивает рациональное расположение оборудования, оптимальные грузопотоки, которые не пересекаются на одном уровне с минимальными транспортными затратами и требованиями по безопасности труда

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Братковского Е.В.

## **Совершенствование технологии окомкования агломерационной шихты**

**Шелкоплясова В.А., студентка группы БМТ-17з**

Выполненный в работе анализ производственных данных о работе агломерационного цеха АО «Уральская Сталь» показал, что применяемый технологический режим окомкования и увлажнения имеет недостаточную эффективность, не обеспечивая стабильное получение аглошихты с постоянной влажностью и хорошей газопроницаемостью. Это ограничивает высоту спекаемого слоя, производительность цеха и является сдерживающим фактором увеличения расхода тонкозернистых концентратов.

Одной из причин значительных колебаний влажности аглошихты, оказывающих существенное влияние на окомкование и показатели спекания, является отсутствие динамической системы контроля и коррекции влажности, позволяющей оперативно реагировать на изменения свойств шихты, поступающей на окомкование. Регулировка же влажности шихты в ручном режиме осуществляется периодически и, главным образом, по данным о температуре в коллекторе, появляющимся через 15-20 минут от загрузки шихты на спекательные тележки. В таком режиме невозможно обеспечивать постоянство влажности и результатов окомкования, что и проявляется на стабильности показателей спекания.

Для снижения влияния колебаний влажности на показатели аглопроцесса необходимо автоматизировать корректировку влажности аглошихты, для чего требуется оборудовать тракт подачи воды на окомкование системой

автоматического регулирования влажности.

На рисунке 1 показана функциональная схема системы автоматического регулирования влажности. За счет коррекции расхода воды на увлажнения, в зависимости от текущей влажности шихты, обеспечивается постоянство условий окомкования и газопроницаемости в процессе спекания, что позволяет стабилизировать температуру и разряжение в коллекторе при постоянной скорости аглоленты.

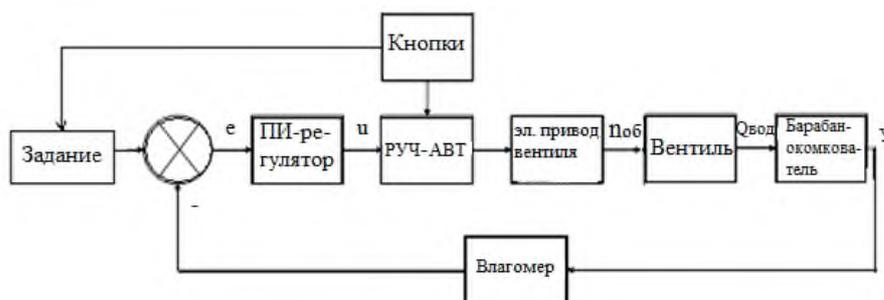


Рисунок 1 – Функциональная схема системы автоматического регулирования влажности

Внедрение системы автоматического регулирования влажности позволит стабилизировать качество аглошихты и обеспечит улучшение показателей аглопроцесса и качество агломерата.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## Оптимизация теплового режима работы доменных печей АО «Уральская Сталь»

Агафонова А.С., студентка группы БМТ-17з

Разработан метод прогноза периодических колебаний состава чугуна и теплового состояния доменной плавки и меры их стабилизации в условиях АО «Уральская Сталь».

Для ее достижения решали следующие задачи:

- анализ изменений состава чугуна;
- анализ изменений параметров дутья;
- разработка метода прогноза периодических колебаний состава чугуна, теплового состояния и их стабилизации.

Работа базируется на исследованиях, проведенных на АО «ММК», и высказанной гипотезе, согласно которой причиной колебания является периодическое наращивание и оползание гарнисажа.

Предложены рациональные варианты снижения отклонения от оптимальных параметров, внедрение которых технически возможно на доменных печах АО «Уральская Сталь». Наиболее перспективным вариантом

повышения стабильности работы печей является внедрение информационно-моделирующих систем (экспертных систем).

Выполненные экономические расчеты подтвердили обоснованность разработанных предложений по эффективности использования экспертных систем в доменном производстве.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Фукса А.Ю.

## **Повышение эффективности использования кислорода при выплавке стали в гибких модульных печах**

**Лицына Л.Т., студентка группы БМТ-17з**

В данной работе была изучена технология выплавки стали в гибкой модульной печи в условиях АО «Уральская Сталь». Были изучены параметры дутьевого режима и его влияния на технологию и на экономические – технологические показатели.

Для оценки эффективности использования кислорода был проведен расчет материального и теплового балансов выплавки стали по технологии с нулевым использованием электроэнергии. Было установлено, что потребность в дутье на выплавку стали в гибкой модульной печи составляет 7056 м<sup>3</sup>, а фактический расход на плавку превышает 10 тыс. м<sup>3</sup>, что говорит о неэффективном использовании кислорода и ухудшении технико-экономических показателей плавки.

Для того чтобы улучшить технологию и технико-экономические показатели было предложено использование систем контроля окисленности металла на основе применения погружных зондов Celox. За счет этой системы контроля параметров удастся подавать кислород в требуемом количестве, исключая переокисление ванны и другие негативные последствия.

Результаты опытного использования систем контроля параметров металлических расплавов Celox в условиях АО «Уральская Сталь» показывают, что система контроля металлических расплавов благоприятно влияет не только расход кислорода, но и производительность выплавки стали.

Применение современных инструментальных способов контроля окисленности стального полупродукта в процессе окислительного рафинирования позволяет существенно улучшить результаты плавки стали и добиться следующих положительных изменений:

- снижение переокисленности стального полупродукта вследствие своевременного прекращения окислительного рафинирования;
- сокращение длительности плавки вследствие своевременного прекращения окислительного рафинирования;
- повышение выхода годного и производительности ГМП вследствие сокращения длительности плавки и уменьшения потерь железа со шлаком;
- снижение расхода ферросплавов и алюминия для раскисления металла и шлака;

– повышения чистоты металла по неметаллическим включениям.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Гридневой А.Н.

## Модернизация головной части агломашины с целью повышения эффективности агломерационного производства

Марамзина Д.А., студентка группы БМТ-18

Тепловые условия спекания, характеризующиеся изменением температурного поля по высоте спекаемого слоя, влияют на степень завершенности аглопроцесса, а, следовательно, определяют выход годного и прочностные свойства агломерата, а также производительность агломашины. Одной из естественных проблем агломерации в тепловом отношении, является неравномерность тепловых условий спекания по высоте спекаемого слоя, результатом чего является получение малопрочного плохоспеченного верхнего слоя, толщиной до 50-100 мм, формирующегося в менее благоприятных тепловых условиях. Поэтому в работе представлены результаты разработки предложений по модернизации головной части агломашины с целью повышения тепловой эффективности агломерационного процесса.

Объектом исследования является агломерационный цех АО «Уральская Сталь», в составе которого действуют 4 агломерационные машины с площадью спекания по 84 м<sup>2</sup>. Для комплексного повышения тепловой эффективности аглопроцесса, необходимо обеспечить возможность использования внутреннего тепла аглопроцесса не только для подогрева засасываемого в слой воздуха и стабилизации тепловых условий формирования спека, но и для подогрева воды, подаваемой для увлажнения аглошихты.

Реализация этой комплексно задачи возможна при установке над спекаемым слоем в головной части агломашины теплового экрана водо-воздухонагревателя, схема которого представлена на рисунке 1.

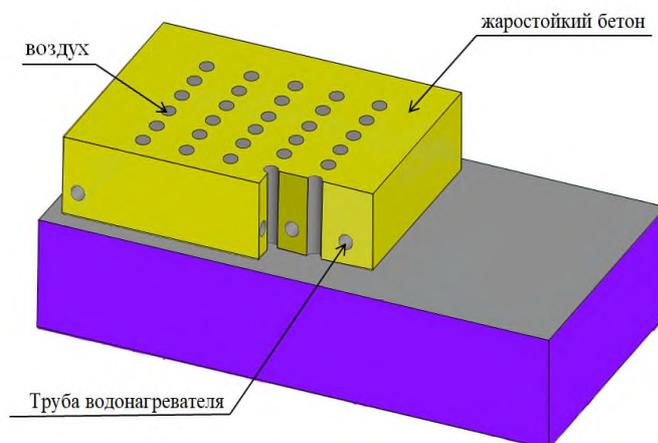


Рисунок 1 – Тепловой экран водо – воздухонагреватель

По результатам теплового и аэродинамического расчета экрана теплообменника для подогрева воды и воздуха, можно сделать вывод, что его использование приведет к:

- подогреву воздуха, поступающего в спекаемый слой до 250-300 °С;
- подогреву воды, используемой для увлажнения шихты, до 75 °С;
- увеличению выхода годного в результате более благоприятных тепловых условий формирования верхней части;
- снижению расхода топлива на 0,36 % (0,17 кг/т).

Работа выполнена под руководством зав. кафедры МТиО, к.т.н. Шаповалова А.Н.

## РАЗДЕЛ II

### МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

#### Модернизация моталки линии продольной резки прокатного цеха ООО «Гайский завод по обработке цветных металлов»

Свиридова Е.Н., студентка группы БТМО-17з

Цель работы – модернизация моталки (рисунок) линии продольной резки прокатного цеха для увеличения объема производимой продукции.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучить производственную деятельность предприятия и прокатного цеха;
- выявить наиболее проблемные агрегаты, механизмы и узлы оборудования цеха;
- выбрать технические решения по модернизации этого оборудования;
- оценить экономическую эффективность предлагаемой модернизации.

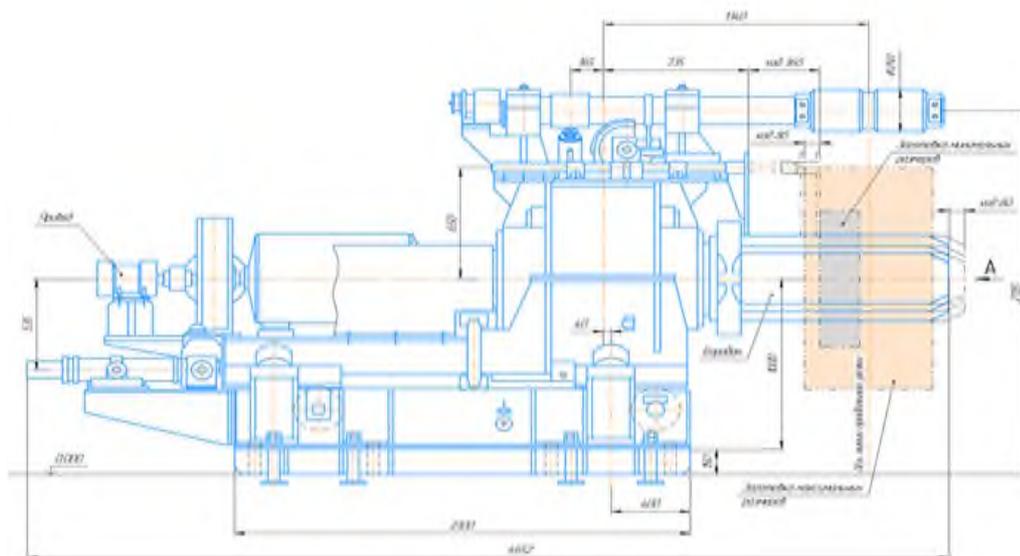


Рисунок – Общий вид моталки

В настоящее время прижимной ролик моталки приводится в движение пневмоцилиндром. В процессе эксплуатации моталки выяснилось, что прижим ролика осуществляется слабо, так как в системе цеха сжатый воздух имеет недостаточное давление. Предлагаемая модернизация моталки заключается в замене пневматической системы прижима ролика на гидравлическую систему (пневмоцилиндр заменен на гидроцилиндр, установлены дополнительная маслостанция и маслопровод). Модернизация позволит значительно ускорить

процесс реза листа из цветного металла за счет сокращения простоев и текущих ремонтов.

В результате модернизации моталки себестоимость одной тонны листового проката из цветного металла снизится на 206,22 руб. (0,28 %), увеличатся выручка и прибыль от продаж.

Вложения в модернизацию моталки в объеме 530129,30 руб. окупятся в течение 2 месяцев.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

### **Модернизация разравнивающего устройства загрузки вагонов коксовой мелочью участка коксортировки коксохимического производства АО «Уральская Сталь»**

**Хисаметдинов В.М., студент группы БТМО-17з**

Цель работы – модернизация разравнивающего устройства, позволяющая увеличить объем выпускаемой продукции и снизить ее себестоимость.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- изучить технологию и оборудование коксохимического производства АО «Уральская Сталь»;
- изучить возможные направления модернизации разравнивающего устройства загрузки вагонов коксовой мелочью;
- рассчитать основные механизмы и узлы модернизируемого оборудования;
- оценить экономическую эффективность предлагаемой модернизации.

Установка предназначена для разравнивания и уплотнения коксовой мелочи (фракции 0...10 мм), погруженной в железнодорожные полувагоны, а также для нанесения плёнкообразующего раствора на уплотненную поверхность. Полувагон, загруженный коксовой мелочью выше уровня бортов на 100...500 мм, подаётся под установку со скоростью 0,5 км/ч. При помощи электростали каток-уплотнитель поднимается с опорной оси на 100...200 мм, при этом опорная штанга выходит из зацепления. При помощи рычага штанга отводится в сторону и за счёт электростали каток-уплотнитель опускается. Рычаг вручную возвращается в исходное положение. Каток-уплотнитель опускается и при помощи штанги фиксируется в рабочем нижнем положении на 50 мм выше бортов полувагона. При движении полувагона под установкой каток-уплотнитель, свободно вращающийся в подшипниках скольжения, под действием силы тяжести разравнивает и уплотняет поверхность коксовой мелочи, формируя плотную шапку с откосами около 16°. Высота шапки коксовой мелочи над бортами полувагона после уплотнения составляет 200...300 мм. Одновременно с уплотнением производится операция нанесения плёнкообразующего раствора на поверхность коксовой мелочи. В качестве

плёнкообразующего раствора применяется 25...30 %-ный водный раствор сульфитно-спиртовой барды. Ориентировочный объём барды на один полувагон принимается равным 50 л. Поливочное устройство состоит из расходного бака объёмом 3 м<sup>3</sup>, тракта подачи барды и поливочной трубы с отверстиями, которая закреплена на катке-уплотнителе. Управление поливочным устройством осуществляется с пульта управления, в безопасном месте. С этого места виден весь процесс разравнивания. На пульте управления установлены кнопки открытия и закрытия клапана подачи барды и клапана подачи пара для промывки и разогрева тракта подачи барды. Перед операцией нанесения плёнкообразующего раствора необходимо разогреть барду в расходном баке и прогреть тракт подачи барды паром. При заходе полувагона под поливочную трубу с пульта управления открывается клапан подачи барды. Барда поступает в поливочную трубу и через отверстия в ней стекает на поверхность коксовой мелочи. Не доходя 2...3 м до конца полувагона, клапан подачи барды закрывается и включается запорный клапан подачи пара. Остатки барды в трубах паром выжимаются на коксовую мелочь. При заходе следующего полувагона с коксовой мелочью операция повторяется. Доставка барды осуществляется из хранилища цеха подготовки составов (ЦВС) при помощи автотранспорта в герметичной ёмкости объёмом не менее 1 м<sup>3</sup>. Перекачка барды в расходный бак производится сжатым воздухом давлением не менее 0,6 МПа. Для равномерного уплотнения коксовой мелочи предусмотрена установка вибратора типа ИВ-107. По окончании работ каток-уплотнитель поднимается и при помощи опорной штанги закрепляется в положении выше железнодорожного габарита.

В результате модернизации разравнивающего устройства увеличится объём выпускаемой продукции и снизится ее себестоимость. При этом дополнительные капитальные вложения на модернизацию в размере 4100000 руб окупаются за 6,8 лет.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

**Модернизация подъемно-транспортного оборудования сульфатного  
отделения цеха улавливания коксохимического производства  
АО «Уральская Сталь»**

**Карпов С.В., студент группы БТМО-17з**

Цель работы – модернизация подъемно-транспортного оборудования сульфатного отделения цеха улавливания коксохимического производства для увеличения производительности цеха.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- изучить подъемно-транспортное оборудование сульфатного отделения цеха улавливания коксохимического производства АО «Уральская Сталь»;
- изучить возможные направления модернизации подъемно-транспортного оборудования и определить основные технические решения по его модернизации;
- рассчитать основные механизмы и узлы модернизируемого оборудования;
- оценить экономическую эффективность от реализации предлагаемых мероприятий.

В настоящее время в сульфатном отделении цеха улавливания коксохимического производства с целью транспортировки сульфата аммония работает ленточный конвейер. Он должен обладать техническими характеристиками из списка ниже:

- длина конвейера – 23694 мм;
- ширина ленты – 650 мм;
- скорость ленты – 1 м/с;
- диаметр проводного барабана – 500 мм;
- диаметр неприводного барабана натяжного винтового устройства – 400 мм;
- производительность – 185 т/ч;
- тип электродвигателя – АИР180М8;
- мощность – 15 кВт;
- число оборотов – 750 мин<sup>-1</sup>;
- тип редуктора – Ц2У-250;
- передаточное число – 20;
- номинальный крутящий момент на тихоходном валу – 5000 Н·м.

Предложено увеличить производительность ленточного конвейера до 200 т/ч.

Модернизация подъёмно-транспортного оборудования сульфатного отделения цеха улавливания коксохимического производства АО «Уральская Сталь» подразумевает замену действующего электромеханического привода конвейера на новый. Мотор-редуктор, устанавливаемый в модернизируемом приводе позволит повысить коэффициент полезного действия привода с 0,91 до 0,94.

Предложенные мероприятия позволят снизить себестоимость продукции на 46,718 руб./т и увеличить прибыль от реализации продукции на 264,32 млн. руб. При этом дополнительные капитальные затраты в размере 1071,953 тыс. руб. окупаются за 11 дней.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

## **Реинжиниринг оборудования для хранения и дозирования компонентов шихты усреднительного склада агломерационного цеха АО «Уральская Сталь»**

**Кузькин В.В., студент группы БТМО-17з**

Цель работы – увеличение объемов производства агломерационного цеха и снижение себестоимости продукции.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- изучить технологию и оборудование агломерационного цеха АО «Уральская Сталь»;

- изучить возможные направления модернизации оборудования для хранения и дозирования компонентов шихты усреднительного склада агломерационного цеха и определить основные технические решения по его модернизации;

- рассчитать основные механизмы и узлы модернизируемого оборудования;

- оценить экономическую эффективность от реализации предлагаемых мероприятий.

В качестве направления модернизации оборудования для хранения и дозирования компонентов шихты усреднительного склада агломерационного цеха АО «Уральская Сталь» выбрано модернизация привода ленточного питателя.

Для модернизации ленточного питателя в работе предложено заменить его электропривод традиционной конструкции, включающий электрический двигатель и редуктор на привод, включающий цилиндрический мотор-редуктор с целью увеличения коэффициента полезного действия привода. В качестве мотор-редуктора выбран мотор-редуктор R97DV132S4 мощностью 5,5 кВт с частотой вращения выходного вала 24 мин<sup>-1</sup>. Также выбрана муфта типа МЗ-Ø60/Ø120 с максимальным крутящим моментом, равным 5·10<sup>3</sup> Н·м при максимальном числе оборотов, равном 1400 мин<sup>-1</sup>.

В результате проведения модернизации оборудования для хранения и дозирования компонентов шихты усреднительного склада агломерационного цеха АО «Уральская Сталь» годовой объем производства увеличится с 688050,5 до 691728,4 т, а прибыль от реализации продукции – с 489,253 до 492,731 млн руб. Срок окупаемости предлагаемых мероприятий составит 0,852 года при капитальных затратах 734580 руб.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

# Модернизация привода нажимного устройства регулировки положения валков листопрямильной машины листопркатного цеха № 1 АО «Уральская Сталь»

Цымбалюк Е.О., студент группы БТМО-17з

Целью выпускной квалификационной работы было увеличение объемов производства листопркатного цеха № 1 АО «Уральская Сталь» и снижение себестоимости продукции прокатного производства предприятия.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- изучить технологию и оборудование листопркатного цеха № 1 АО «Уральская Сталь»;
- изучить возможные направления модернизации листопрямильной машины и определить основные технические решения по ее модернизации;
- рассчитать основные механизмы и узлы модернизируемого оборудования;
- оценить экономическую эффективность от реализации предлагаемых мероприятий.

В связи с износом узлов привода нажимного устройства, обусловленного длительным сроком эксплуатации оборудования, возникают трудности, связанные с обеспечением параллельности роликов листовой прамильной машины. В работе предложена замена центрального привода на два индивидуальных, каждый из которых включает мотор-редуктор. Для нажимного устройства листопрямильной машины выбраны конические мотор-редукторы K107DRS160MC4 мощностью 15 кВт с частотой вращения  $15 \text{ мин}^{-1}$ , применение которых позволит значительно точнее обеспечить параллельность роликов машины.

Кинематические схемы нажимного устройства регулировки положения валков листопрямильной машины до и после модернизации приведены на рисунке.

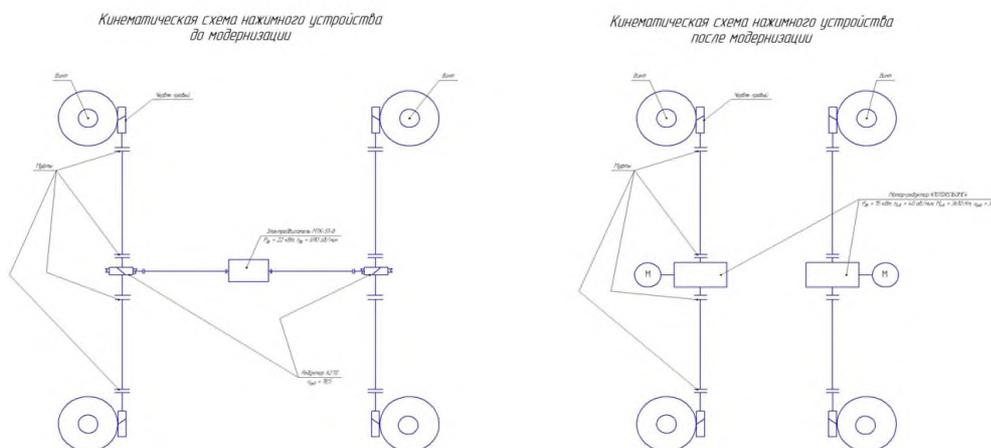


Рисунок – Кинематические схемы нажимного устройства до и после модернизации

В результате модернизации нажимного устройства регулировки положения валков листопрямительной машины себестоимость продукции снизилась с 29471,4 до 29463,971 руб./т, а прибыль от реализации продукции увеличилась с 4509,124 до 4522,851 млн. руб.

Дополнительные капитальные затраты на реализацию проекта составляют 2813440 руб при сроке их окупаемости 5 месяцев и 3 дня.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

### **Реинжиниринг лабораторного окомкователя Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС»**

**Бибнев А.Е., студент группы БТМО-18**

Целью выпускной квалификационной работы было увеличение надежности, долговечности и ремонтпригодности лабораторного окомкователя.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- выявить недостатки конструкции лабораторного окомкователя;
- выбрать направления модернизации окомкователя;
- изменить конструкцию окомкователя для повышения эффективности ее эксплуатации.

В составе оборудования металлургической лаборатории Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС» имеется окомкователь, предназначенный для изучения основных закономерностей окомкования шихтовых материалов. Общий вид окомкователя представлен на рисунке.

Привод лабораторного окомкователя осуществляется с помощью ременной передачи от электрического двигателя через червячный редуктор.

Окомкователь эксплуатируется редко, на него отсутствуют чертежи и техническая документация, а его механизмы, узлы и детали в значительной степени изношены.

Предложено изменить конструкцию привода окомкователя на привод, включающий в свой состав мотор-редуктор, исключив из него ременную передачу (рисунок 2).

Предложенная конфигурация привода лабораторного окомкователя позволит сократить время простоев и затраты на ремонт и обслуживание оборудования.



Рисунок 1 – Лабораторный окомкователь НФ НИТУ «МИСиС»

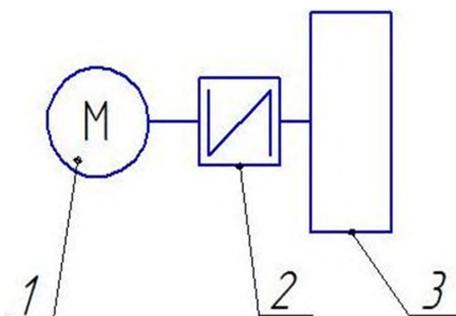


Рисунок 2 – Кинематическая схема лабораторного окомкователя НФ НИТУ «МИСиС» после модернизации

Капитальные вложения в модернизацию лабораторного окомкователя Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС» составляют 52000 руб. при сроке их окупаемости 8,7 года.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

### **Реинжиниринг лабораторного грохота Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС»**

**Князев Н.А., студент группы БТМО-18**

Целью выпускной квалификационной работы была модернизация лабораторного грохота для увеличения его надежности и долговечности.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучена конструкция лабораторного грохота и определены ее недостатки;
- определены основные технические решения по модернизации

лабораторного грохота;

- рассчитаны и выбраны основные модернизируемые механизмы, узлы и детали грохота;

- оценена экономическая эффективность модернизации лабораторного грохота.

В составе оборудования металлургической лаборатории кафедры металлургических технологий и оборудования Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС» имеется вибрационный грохот, предназначенный для классификации сыпучих материалов по крупности.

Общий вид грохота представлен на рисунке.



Рисунок – Лабораторный грохот

Грохот эксплуатируется редко, на него отсутствуют чертежи и техническая документация, а его механизмы, узлы и детали имеют значительный износ. Отдельные элементы конструкции грохота выполнены нерационально (муфта, пружины).

Поэтому актуальной задачей является модернизация лабораторного грохота для поддержания его в работоспособном состоянии, повышения надежности и ремонтпригодности.

Были выполнены расчеты электромеханического привода грохота, в том числе муфты, дебаланса, пружинных амортизаторов. На основании расчетов выбраны новый электродвигатель постоянного тока с номинальной мощностью 0,7 кВт и лепестковая муфта вместо муфты с торообразной упругой оболочкой, изменена конструкция пружин.

Модернизация позволит повысить ремонтпригодность оборудования.

Затраты на модернизацию лабораторного грохота составят 64000 руб. и окупятся за 4 года 2 месяца.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

## Реинжиниринг коксового грохота доменного цеха АО «Уральская Сталь»

Мадатов Р.Р., студент группы БТМО-18

Классификация твердого сырья по крупности в основном производится разделением его на просеивающих поверхностях грохотов, а повысить технико-экономические показатели доменной плавки в АО «Уральская Сталь» можно, в том числе, с помощью улучшения гранулометрического состава кокса за счет отсева фракции +60 мм и его додрабливания.

В доменном цехе предприятия установлены коксовые вибрационные грохоты, привод которых осуществляется от электрического двигателя мощностью 30 кВт, частотой вращения 980 об/мин. Короб грохота содержит установленные друг под другом сита с диаметрами отверстий 70 мм и 30 мм. Недостатками коксовых грохотов являются их недостаточная производительность, малый срок службы сит, использование в конструкции коксовых грохотов устаревшего (электродвигатель) и нестандартного (муфта) оборудования.

Модернизация доменных печей № 2 и 3 предприятия потребовала повышения производительности и надежности коксовых грохотов доменного цеха.

Целью ВКР было увеличение производительности и надежности коксовых грохотов, снижение затрат на их техническое обслуживание и ремонты.

Просеивающие поверхности – основной рабочий орган грохота, через которые осуществляется разделение по классам крупности. Повысить производительность грохота, интенсифицировать грохочение можно применением волнистых в продольной плоскости просеивающих поверхностей с увеличенной суммарной площадью или увеличением суммарной просеивающей поверхности в конструкции грохота за счет другого расположения сит. На основании анализа «узких» мест в конструкции грохота, анализа авторских свидетельств и патентов, других источников информации были выбраны следующие направления модернизации: замена верхних сит с диаметрами отверстий 70 мм на сита с диаметрами отверстий 60 мм; замена материала сит; замена электрического двигателя; замена муфты привода; увеличение просеивающей поверхности грохота за счет изменения расположения сит в его конструкции. Предложено в конструкцию грохота ввести наклонные боковые рабочие поверхности, выполняющие функцию просеивания, сближающиеся в направлении днища. Внутренний угол рабочих поверхностей с плоскостью днища образует угол 110-135° (рисунок). Конструкция позволяет с высокой эффективностью разделять сырье в толстом слое материала, значительно повысив удельную производительность грохота. Применение наклонных боковых просеивающих поверхностей позволяет уменьшить толщину слоев в зонах, сужающихся к днищу лотка. Толщина насыпного слоя, которая забивается по краям сит, по мере соударений о продольные плоскости уменьшается, увеличивая эффективность грохочения.



- изучены конструкции существующего подобного оборудования;
- спроектирован механизм поворота установки;
- спроектирован механизм возвратно-поступательного перемещения установки;
- оценена экономическая эффективность от внедрения проекта.

Назначение установки для скалывания настывлей заключается в механическом удалении настывлей, образующихся по всему периметру внутренней поверхности горловины чугуновозного ковша. Образование настывлей препятствует полному сливу жидкого чугуна из чугуновозного ковша, что уменьшает его производительность и снижает срок службы.

Установка смонтирована на несущих колоннах и устанавливается своей опорной частью на фундамент. Принцип ее работы сводится к подаче чугуновозного ковша в рабочую зону установки для скалывания настывлей и посредством вертикального двойного хода ножа с выступающими зубьями производится подрезка и обрушение настывлей с последующей зачисткой горловины ковша корпусом ножа. Чугуновозный ковш с настывлями в горловине при помощи цехового оборудования устанавливается на лафет для подачи в рабочую зону установки для скалывания настывлей.

Общий вид установки представлен на рисунке 1.

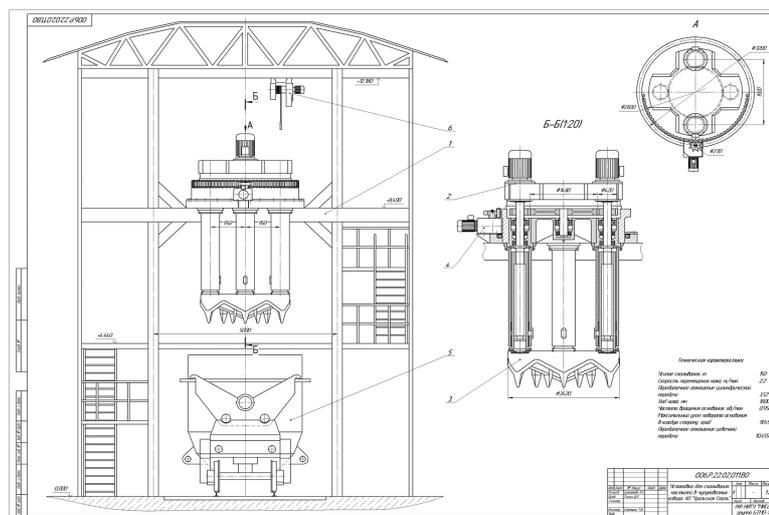
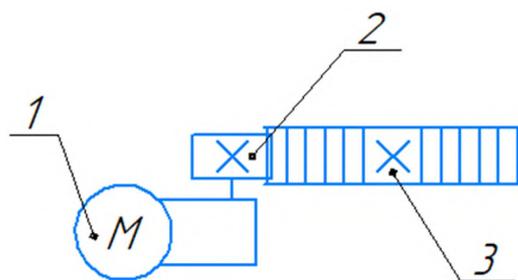


Рисунок 1 – Установка для скалывания настывлей в чугуновозных ковшах

Модернизация механизма поворота установки для скалывания настывлей заключается в замене привода, состоящего из электродвигателя, муфты зубчатой, редуктора и муфты втулочно-пальцевой на привод, включающий мотор-редуктор, и замены фрикционной конической передачи на цевочную передачу.

Кинематическая схема привода поворота после модернизации изображена на рисунке 2.



1 – коническо-цилиндрический мотор-редуктор; 2 – звездочка цевочной передачи; 3 – цевочное колесо

Рисунок 2 – Кинематическая схема модернизированного привода поворота установки для скалывания настылей в чугуновозных ковшах

Цевочная передача имеет зацепление в виде зубчатого посредством цилиндрических круговых элементов (цевок) и зубьев с сопряженным профилем. Основным преимуществом цевочного зацепления является простота проектирования и изготовления колес больших размеров.

Капитальные вложения в установку для скалывания настылей в чугуновозных ковшах в размере 2,8 млн окупятся за 1 месяц.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

## Проектирование шкивного металлоотделителя для фасоннолитейного цеха АО «Уральская Сталь»

**Холодов М.А., студент группы БТМО-18**

Целью выпускной квалификационной работы было проектирование шкивного металлоотделителя для извлечения магнитных материалов из отработанной формовочной смеси в фасонно-литейном цехе АО «Уральская Сталь» (рисунок).

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучены методы магнитного обогащения (разделения) минералов;
- изучен принцип работы шкивного металлоотделителя;
- рассчитаны и спроектированы основные механизмы, узлы и детали шкивного металлоотделителя;
- оценена экономическая эффективность от его внедрения.

В качестве привода барабана шкивного металлоотделителя был выбран мотор-редуктор MR773-160L4 мощностью 15 кВт с частотой вращения выходного вала 24 мин<sup>-1</sup> (блок-узел, объединяющий электрический двигатель и цилиндрический редуктор), который крепится лапами к раме привода и соединяется с валом металлоотделителя муфтой упругой втулочно-пальцевой (МУВП). Он более компактен по сравнению с традиционным приводом.

Использование мотор-редуктора в приводе машин, кроме того, сокращает время его замены и уменьшает количество внеплановых простоев оборудования.

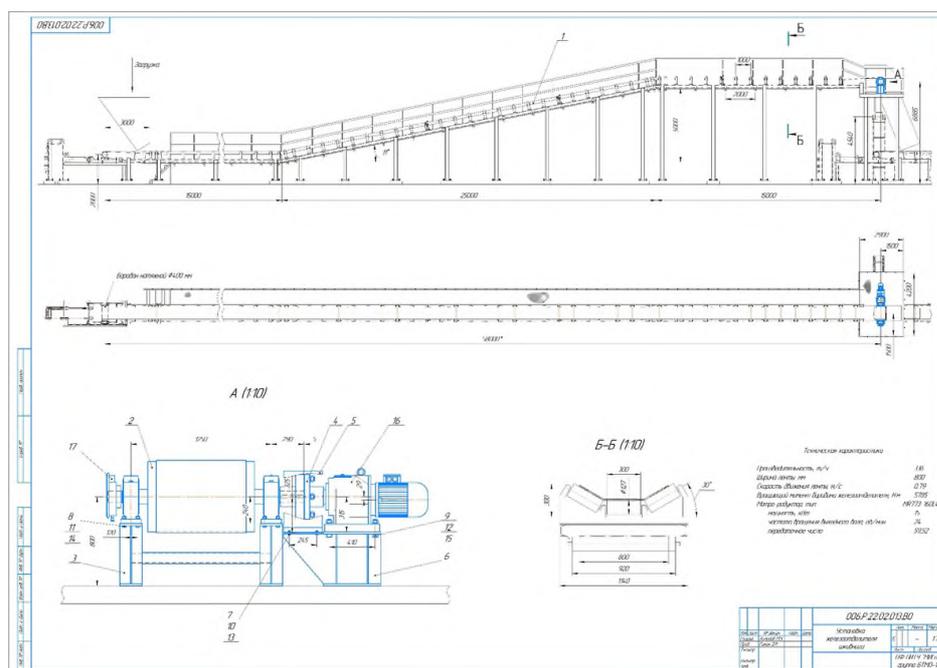


Рисунок – Шкивной металлоотделитель

Экономический расчет показал, что затраты на проектирование и изготовление шкивного металлоотделителя составят 699021 руб. и окупятся за 0,1 года.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

## Модернизация одновалковой дробилки ДО 1,3х2,8 агломерационного цеха АО «Уральская Сталь»

**Штемпель Е.В., студент группы БТМО-18**

Целью выпускной квалификационной работы было увеличение надежности и долговечности одновалковой дробилки ДО 1,3х2,8 агломерационного цеха АО «Уральская Сталь», а также уменьшение внеплановых простоев оборудования.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- выявить недостатки конструкции дробилки;
- выполнить литературно-патентный обзор конструкций одновалковых дробилок;
- выбрать направления модернизации дробилки и изменить ее

конструкцию;

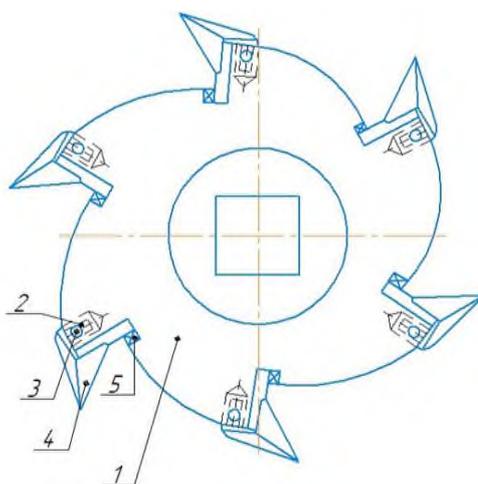
– оценить экономическую эффективность предлагаемых мероприятий.

Недостатками одновалковой дробилки являются сложная конструкция и большие габаритные размеры привода, частая замена звездочек из-за их износа.

В результате было предложено заменить привод дробилки, содержащий электрический двигатель и редуктор, на привод, содержащий мотор-редуктор, а также изменить конструкцию звездочек.

Замена привода дробилки на привод, содержащий мотор-редуктор, позволит уменьшить габаритные размеры дробилки, упростит ее эксплуатацию и ремонты.

Изменение конструкции звездочек на звездочки с самозатачивающимися зубьями (рисунок) увеличит срок службы звездочек и повысит эффективность дробления.



1 – диск звездочки; 2 – палец; 3 – шплинт; 4 – сменный зуб; 5 – клин  
Рисунок – Звездочка с самозатачивающимися зубьями

Капитальные затраты на модернизацию одновалковой дробилки в размере 1064420 рублей окупятся за 3,5 месяца.

В результате модернизации увеличатся надежность и долговечность одновалковой дробилки ДО 1,3х2,8 агломерационного цеха АО «Уральская Сталь», уменьшатся внеплановые простои оборудования, затраты на ремонты и содержание дробилки; снизится себестоимость производства агломерата в цехе.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

## Реинжиниринг лабораторной шаровой мельницы Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС»

Яхин А.Р., студент группы БТМО-18

В выпускной квалификационной работе была модернизирована лабораторная шаровая мельница (рисунок), предназначенная для измельчения материалов. Это было сделано с целью сокращения ремонтных простоев, увеличения надежности и долговечности оборудования.



Рисунок – Лабораторная шаровая мельница

В результате выполнения выпускной квалификационной работы решены следующие задачи:

- проанализирована конструкция лабораторной шаровой мельницы и выявлены ее недостатки (низкий коэффициент полезного действия привода (93 %) и значительный износ деталей и механизмов);

- произведен патентный поиск и проанализированы другие источники информации для выбора возможных направлений усовершенствования конструкции лабораторной шаровой мельницы (в результате было решено исключить из конструкции мельницы ременную передачу, обладающую такими недостатками как непостоянное значение передаточного числа из-за проскальзывания ремня; низкая долговечность ремня из-за повышенной нагрузки и большого натяжения ремня);

- произведены расчеты основных параметров лабораторной шаровой мельницы и выбраны основные модернизируемые узлы и детали (предложено заменить электрический двигатель на цилиндрический мотор-редуктор РС-67 мощностью 2,2 кВт, являющийся эффективным оборудованием в сфере приводной техники, а также муфту привода на зубчатую муфту).

Коэффициент полезного действия модернизированного привода лабораторной шаровой мельницы составит 96 %.

В результате модернизации лабораторной шаровой мельницы Новотроицкого филиала НИТУ «МИСиС» увеличены ее надежность, ремонтпригодность и долговечность.

Дополнительные капитальные вложения на модернизацию лабораторной шаровой мельницы составляют 92450 руб. и окупаются в течении 4,5 лет.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Ганина Д.Р.

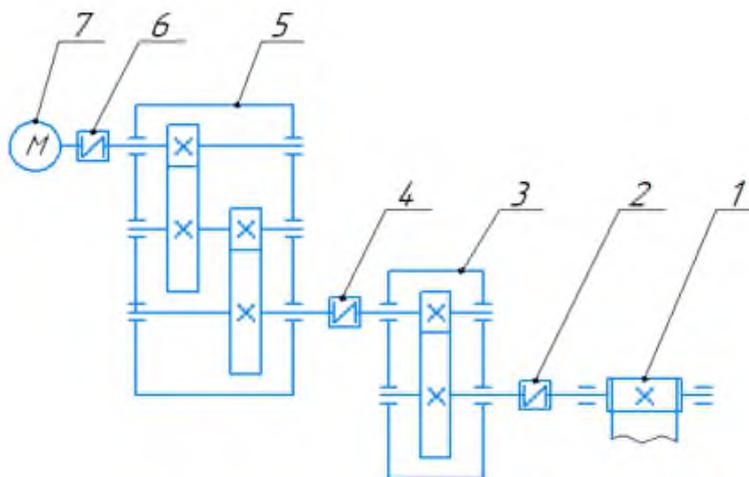
## Реинжиниринг пластинчатого конвейера А-5 агломерационного цеха

Беликов П.И., студент группы БТМО-18

Конвейерные машины пластинчатого типа используют для перемещения груза в различных отраслях промышленности, а также крупнокусковых материалов с острыми кромками.

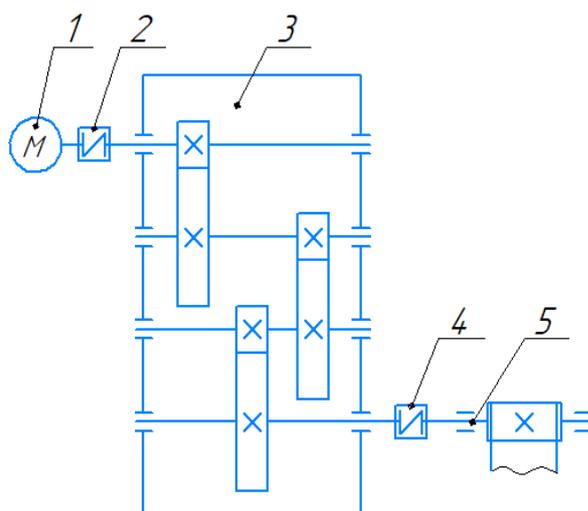
Большинство предприятий настроены, приобрести, совершенствовать собственное оборудование, но далеко не все могут это сделать, т.к. для всех промышленных предприятий нужны большие капитальные затраты. Воплощение инвестиционных проектов в сфере промышленного производства имеет свою значимость. Если бы не было инвестиции в развитие производства, то предприятия не могли бы обеспечить конкурентоспособность на внутренних и внешних рынках. Поэтому наряду с вводом нового оборудования, имеющего высокую производительность, проводились работы по реконструкции и модернизации. Задача повышения эффективности и повышения мощности установленного оборудования стоит перед теми предприятиями, которые прошли переходный период.

Существующий привод конвейера состоит из устаревшего электродвигателя, двух редукторов и трех муфт.



- 1 – рабочая машина (приводной барабан);
- 2 – муфта МЗ-11;
- 3 – редуктор;
- 4 – муфта втулично-пальцевая;
- 5 – редуктор РМ850Б;
- 6 – муфта МУВП;
- 7 – электродвигатель А02-81-8

Рисунок – До модернизации



1 – электродвигатель АИР 160М8; 2 – МУВП; 3 – редуктор 5ЦЗ-250;  
4 – муфта МЗ; 5 – приводной вал конвейера  
Рисунок – После модернизации

Недостатками рассматриваемого транспортера являются:

- минимальная производительность работы;
- высокая стоимость изготовления;
- контроль и обслуживание устройства, т.к. небольшие неисправности могут привести к выходу из строя всего устройства через длительный период времени;
- большой вес основных компонентов вызывает значительное сопротивление движению. Поэтому электродвигатель и распорка подвергаются высоким нагрузкам.

Чтобы снизить затраты и время на обслуживание и ремонт привода, упростили схему привода. Для этого установим электродвигатель нового поколения, вместо двух редукторов установим один редуктор и вместо трех муфт установим две муфты. С помощью данного проекта производительность увеличится на 40 %.

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МТиО, д.т.н. Чиченева Н.А. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

## **Разработка автооператора портального гальванической линии цеха №2 АО «Механический завод»**

**Богданова Е.Н., студентка группы БТМО-18**

В работе обоснована необходимость разработки проекта по замене автооператора гальванической линии в цехе № 2 АО «Механический завод».

Основываемся мы на таких достоинствах:

- грузоподъемность выше, следовательно, если на производстве будет необходимость добавить изготовление какой-либо продукции, то по весу наши

возможности будут шире;

– управление линии будет осуществляться автоматически, с помощью программы, установленной на ПК, а также с помощью дополнительного пульта, что позволяет нам работать более эффективно, так как поступает обширнее информация процесса;

– установка нового привода, оператор становится более эффективным, из-за возможностей позиционирования и стабилизации;

– введение специальных устройств, для безопасности, позволит избежать большого количества несчастных случаев на производстве.

Было принято решение произвести автооператор самостоятельно, вместо покупки нового. Обуславливается это тем, что с экономической точки зрения это дешевле, так же изучая материалы и оборудования, мы уже говорили о факте устаревания и износа ванн. Их тоже необходимо заменить более стойкими (например, из полипропилена).

В результате установки двух автооператоров порталного типа в цехе АО «Механический завод» предложены альтернативные варианты с лучшими характеристиками, с целью: улучшения процесса гальванической обработки; сокращения количество незапланированных ремонтных работ; повышения экономических показателей.

Срок окупаемости данной разработки 10 месяцев, следовательно, затраты будут считаться оправданными.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.п.н. Нефедова А.В. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

## **Проектирование пневматического устройства для обрушения сыпучих материалов в бункерах доменного цеха**

**Дониченко А.И., студент группы БТМО-18**

На комбинате используются бункера для временного хранения и дозировки сыпучих материалов, таких как железорудные концентраты, железная руда, шламы, окалина, флюсы и т.д. Нормальная работа бункеров – это основа непрерывного производства.

При длительной эксплуатации бункера возникает эффект сводообразования. Эта функция характерна для насыпных и навалочных грузов. Образование сводов происходит в результате сцепления движущихся и неподвижных частиц груза

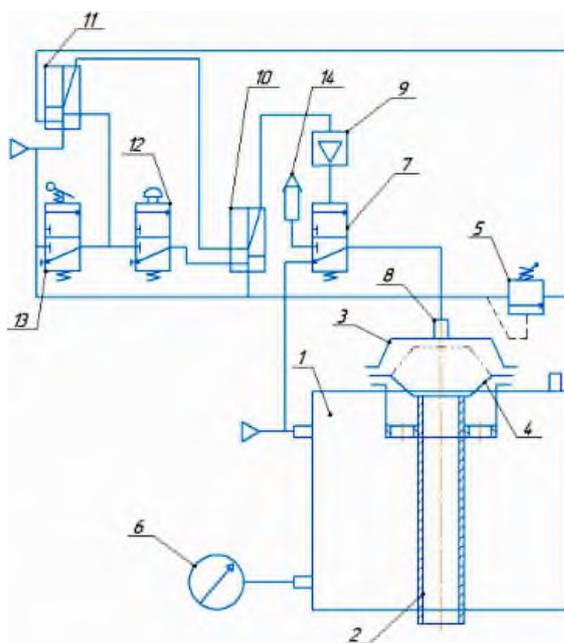
Главное негативное последствие сводообразования – нарушение штатного режима дозирования. Для нормальной работы дозирующих устройств необходимо обеспечить непрерывное истечение материала из бункеров, так как основное назначение дозировки – обеспечить получение агломерата заданного качества с постоянными физико-химическими свойствами.

Предлагается бороться с текучестью и налипанием материала при помощи пневмоустройств. Этот способ более современный, достаточно малое количество шума, по сравнению с вибраторами, не возникают трещины в металлоконструкциях бункера.

В бункере будут использованы следующие решения:

- в бункер извести будут встроены пневмоустройства для борьбы со сводообразованием;
- установка будет находиться на определенной высоте для более лучшего результата;
- использованы устройства с возможностью дистанционного и пневматического управления.

На рисунке представлена схема пневмоимпульсного устройства.



- 1 – корпус; 2 – выпускная труба; 3 – крышка; 4 – мембрана; 5 – пневматическое реле давления; 6 – манометр; 7 – пневмораспределитель; 8 – штуцер; 9 – пневмоусилитель; 10 – струйный дискретный моностабильный элемент; 11 – струйный дискретный моностабильный элемент; 12 – пневмокнопка; 13 – пневмотумблер; 14 – пневматический глушитель

Рисунок – Пневмоимпульсное устройство

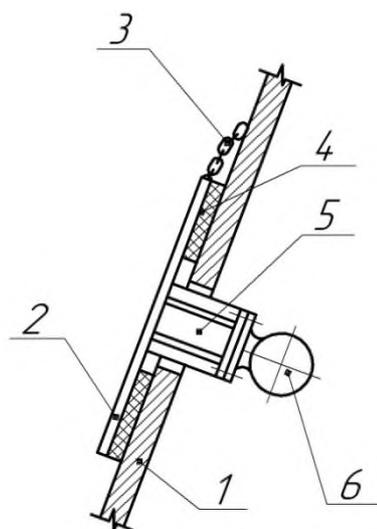
Схема управления обеспечивает ручное и автоматическое управление пневматическим приводом. Переключение режимов легко осуществляется путем включения (выключения) пневматического тумблера. Высокая степень использования систем нагнетания сжатого воздуха обусловлена их полной пожаро- и взрывобезопасностью.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.п.н. Нефедова А.В. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

## Проектирование вибрационного устройства для обрушения сыпучих материалов в бункерах агломерационного цеха

Литвинов Р.Ю., студент группы БТМО-18

В качестве модификации был выбран самый оптимальный вариант – вибрационный сводообрушитель типа «Ложная стенка». Это устройство не имеет сложных конструктивных элементов, что позволяет сделать вывод о его надежности и простоте обслуживания. Для эффективной работы большое значение имеет правильное расположение вибратора –  $1/4-1/3$  высоты бункера от выпускного отверстия.



1 – стенка бункера; 2 – виброцит; 3 – цепь; 4 – резиновый демпфер;  
5 – стойка; 6 – вибратор

Сводообрушающий эффект такого устройства обеспечивается в результате передачи колебательных движений не на всю стенку бункера, как в случае устройства «вибрирующая стенка», а на отдельные объемы материала. Такой способ вибрационной интенсификации истечения материала является самым высокопроизводительным, а также позволяет получить значительный сводообрушающий эффект, который является достаточным для бесперебойного истечения материала из бункера, такого как: кусковой материал (известняк, окатыши) и порошкообразный материал.

Основным достоинством использования устройства типа «ложная стенка» является дешевизна модернизации, простота монтажа и пригодность для использования в выбранных условиях.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.п.н. Нефедова А.В. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

## Реинжиниринг токарно-винторезного станка 16К20 механического цеха

Максименко К.А., студентка группы БТМО-18

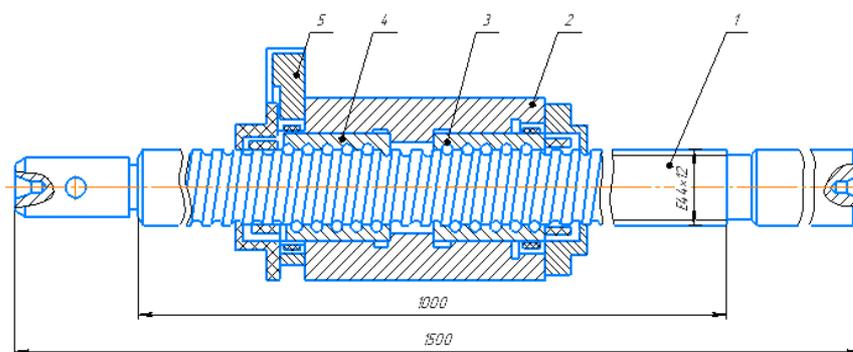
Токарные станки имеют не последнее значение в станочной индустрии, не смотря на рост производства, отвечающий постиндустриальным тенденциям, они сохраняют свою значимость и по сей день. Развитие автоматизации производства привело к необходимости модернизации станочного оборудования, старые модели попросту не успевают за современными требованиями, но это вполне закономерно, ведь последний токарно-винторезный станок модели 16К20 был выпущен в 1973 году. Все ныне используемые станки данной группы выпущены еще во времена СССР, соответственно, становится понятным, что будет просто невозможно закупить новое оборудование.

Так как все существующие станки – это бывшие в управлении единицы, технологические возможности станка немного ограничены, например, заготовку нестандартного (гнутого) профиля невозможно получить за единичную установку. Необходимо несколько раз менять положение детали, это очень растягивает процесс производства, к тому же, не исключены браки, из-за отсутствия автоматизации работник вынужден делать все “на глаз” и малейшая ошибка может привести к искажению детали, что уже не позволит ее использовать.

Для того чтобы исключить все эти недостатки необходимо шагнуть в ногу со временем, а для этого нужно проводить реинжиниринг оборудования, который, при правильном подходе, позволит добиться повышения производственно-технического потенциала оборудования, повысить его точность и минимизировать брак.

Одно из слабых звеньев токарно-винторезного станка – устаревшая передача винт-гайка скольжения, установленная на поперечной подаче.

Решить вопрос с нескончаемыми заменами гайки и винта рассматриваемой передачи, может замена устаревшей передачи винт-гайка скольжения на шарико-винтовую передачу (ШВП).



1 – ходовой винт; 2 – корпус; 3,4 – маточные гайки; 5 – регулировочное кольцо

Передача ШВП отличается рециркулирующими стальными шариками, которые в значительной мере снижают трение, следовательно, минимизируя нагрев конструкции, увеличивают коэффициент полезного действия, благодаря карманам между шариками экономит количество смазывающих материалов. Причем отсутствие трения значительно увеличивает срок службы передачи ШВП, исключая частую необходимость шлифовки.

Единственным недостатком шарико-винтовой передачи считается довольно большая цена из-за сложности изготовления, но при этом, благодаря тому, что у нее большие показатели износостойкости и надежности, а также высокий КПД и экономия смазочных материалов, суммарная стоимость ее владения намного ниже, чем на передаче винт-гайка скольжения.

Предложенный реинжиниринг позволит избежать повышения температуры конструкции (это избавит передачу от излишнего износа), повысить производительность, увеличить показания точности, сократить продолжительность операционного цикла изготовления продукции и значительно снизить количество брака.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.п.н. Нефедова А.В. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

## **Конструирование автоматического обмотчика длинномерных изделий ПАО «Северсталь»**

**Чекменёва Е.А., студентка группы БТМО-18**

В настоящее время остается открытым вопрос с новыми схемами упаковки. Без упаковки пачки готовой продукции быстро теряет своё качество вследствие образования коррозии, что значительно усложняет дальнейшую переработку профиля у клиента. Упаковка готовой продукции – трудоёмкий и дорогостоящий процесс, включающий в себя затраты на упаковочный материал.

Для того, чтобы сохранить качество продукции и уменьшить затраты при транспортировке, а в дальнейшем и утилизацию упаковки предлагается установить автоматический обмотчик.

Примеры использования автоматического обмотчика.

1. Пачка готовой продукции, после попадания на участок отгрузки, транспортируют на подводящий рольганг. Рольганг перемещает пачку через автоматический обмотчик, где происходит обмотка профильных труб по всей длине. Через отводящий рольганг упаковка транспортируется на накопитель.

2. Пачка готовой продукции, после попадания на участок отгрузки, транспортируется на упаковочную площадку, где происходит ручная упаковка пачки в бумагу.

Далее с помощью мостового крана пачку транспортирует на подводящей рольганг. Рольганг перемещает пачку сквозь автоматический обмотчик, где происходит обмотка профильных труб по всей длине. Через отводящий рольганг упаковка транспортируется на накопитель.

В процессе анализа конструкций машин было принято решение применить конструкцию роторной автоматической упаковочной машины, разработав основные узлы и агрегаты под участок готовой продукции.

На рисунке изображена схема автоматического обмотчика в аксонометрии. Автоматический обмотчик начинает своё движение от электродвигателя 1, крутящий момент передаётся на ремённую передачу 2. Ведомое колесо ременной передачи жестко соединено с фрикционным колесом 3, который приводит в движение кольцо 4. Кольцо удерживается и вращается с помощью роликов 5. На валах 6 закреплен рулон плёнки, которым обматывается профильные трубы.

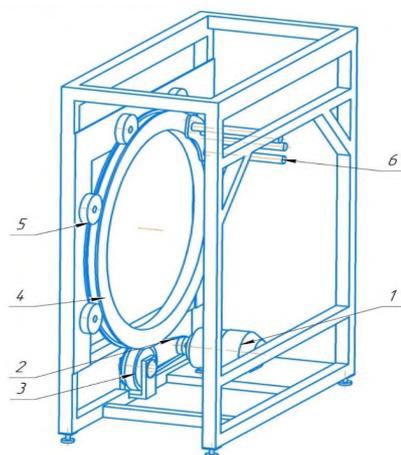


Рисунок – Автоматический обмотчик

Таким образом, при установке автоматической упаковочной машины снизятся трудозатраты и трудоёмкость продукции при упаковке продукции.

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МТиО, д.т.н. Чиченева Н.А. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

## **Реинжиниринг горизонтально-ковочной машины АО «Актюбинский завод нефтяного оборудования»**

**Бикмухамбетов Р.И., студент группы БТМО-18з**

В выпускной квалификационной работе произведён реинжиниринг горизонтально-ковочной машины АО «Актюбинский завод нефтяного оборудования» с целью увеличения производительности действующего оборудования.

Приведены сведения о производстве АО «Актюбинский завод нефтяного оборудования», а также приведено описание его технологического процесса.

В специальной части работы произведены конструктивные расчёты оборудования и приведены проверочные расчёты его отдельных узлов.

Также в работе указаны организационные вопросы по труду, обоснован объём денежных вложений, время, за которое предполагается окупить проект, а также экономическая целесообразность предлагаемых мероприятий.

Преобразование деятельности компании осуществляется за счет реинжиниринга. Этот процесс отличается своей масштабностью, кардинальностью и быстротой исполнения. Это преобразование направлено на соответствие современным методам ведения дела, то есть компания совершает резкий скачок вверх, который обеспечивает эффективность использования оборудования и повышение конкурентоспособности предприятия в целом.

Реинжиниринг имеет цель в том, чтобы к модернизированному курсу компании были приспособлены все управленческие уровни. Организация, при построении нового курса работы, старается учитывать не только новые потребительские предпочтения, но и учитывает какие улучшения должны произойти в рабочих процессах, чтобы цель компании была достигнута. Трансформация касается общей структуры работы, то есть меняется организация работы и её стратегия, совершенствуется технология и управляющий орган.

Всевозможные трансформации в деятельности компаний, модификация организационной структуры управления предприятием, реструктуризация бизнеса и другие изменения – всё это требует применения реинжиниринг бизнес-процессов хозяйствующего субъекта, при этом применяются взвешенные решения по поводу реорганизации бизнеса. В подобных случаях часто прибегают к опыту прошлых лет, а именно к консалтингу, однако можно использовать альтернативный более эффективный путь, которым является инженерная деятельность. Чтобы такой подход привел к результативному эффекту, необходимо строгое соблюдение методик и правил применения инструментов реинжиниринга, который дает возможность осуществлять полный контроль предлагаемых решений, а также производить оценку их качества.

На основе расчетов специальной части ВКР и раздела экономика и управления производством, можно сделать вывод, что данный проект является наиболее целесообразным техническим решением, направленным на увеличение производительности предприятия, и как следствие, увеличение прибыли от реализации продукции.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.п.н. Нефедова А.В. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

## **Модернизация конусной дробилки мелкого дробления КМД-2200 комплекса мелкого дробления ПАО «Гайский ГОК»**

**Самылин Р.А., студент группы БТМО-18з**

В представленной выпускной квалификационной работе произведена модернизация сложной конусной дробилки мелкого дробления КМД-2200 ПАО «Гайский ГОК» с целью увеличения мощности имеющегося оборудования.

Будет представлена информация о производстве ПАО «Гайский ГОК» и описание его технических процессов.

В специальной части выполняются проектные расчеты оборудования и проверочные расчеты для отдельных его узлов.

Также в работе обращено внимание на организационные проблемы рабочей силы, адекватность денежных инвестиций, период, в течение которого ожидается прибыль от проекта, и экономическую целесообразность предлагаемых мер.

Приоритетным направлением модернизации отечественной промышленности является выпуск высококачественной продукции.

За последнее десятилетие произошёл значительный износ основных фондов, в результате чего:

- увеличение стоимости материалов, топлива и энергоресурсов
- снижение эффективности труда
- сокращение производства высококачественной продукции
- быстрые затраты на ремонт, повышающие все инвестиции в обновление и модернизацию активов.

Для повышения уровня качества выпускаемой продукции можно предпринять следующие меры:

- внедрение более эффективных и экологических, чистых технологий производственного процесса;
- без учета использования производства доменных печей;
- использование метода очистки окисленных кварцитов железистых;
- методы и технологии такие как: улучшение микроструктуры поката за счет увеличения производства холоднокатаного листа; прокат с улучшенной термообработкой; высокоточные профили и профилированные изделия; технология производства высококачественных специальных труб; производство металлических порошков и технология их коммерциализации.

Всеобщими тенденциями дальнейшего улучшения гидравлического оборудования является:

- расширение диапазонов изменения основных параметров гидросистем;
- использование электронных и электрогидравлических систем управления;
- повышение безотказности оборудования и долговечности наиболее ответственных элементов гидросистем;

– снижение металлоёмкости и величины шума, создаваемого в процессе работы гидравлического оборудования;

– универсализация и унификация гидравлического оборудования.

Ускорению развития гидравлических приводов способствуют накоплению теоретических знаний, а также новые научно-технические движения, расширяющиеся технологические возможности производственного процесса, совершенствование системы автоматизированного проектирования и прогресса в области материаловедения.

В представленной работе был произведен анализ и модернизация конусной дробилки мелкого дробления КМД-2200 применяемой на ПАО «Гайский ГОК» с целью необходимого увеличения производительности действующего оборудования.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.п.н. Нефедова А.В. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

### **Реинжиниринг шаровой мельницы цеха № 1 АО «Новотроицкий завод хромовых соединений»**

**Ишмухаметов Р.Э., студент группы БТМО-18з**

В выпускной квалификационной работе представлен реинжиниринг шаровой мельницы цеха № 1 АО «НЗХС» с целью увеличения производительности действующего оборудования.

Представлена информация о производстве АО «НЗХС» и описан его технологический процесс.

Специальная часть работы включает структурные расчеты оборудования и расчеты для проверки его различных узлов.

В работе также указываются вопросы, связанные с организацией рабочей силы, обосновывается размер денежных инвестиций, период времени, в течение которого проект будет приносить прибыль, и экономическая целесообразность предлагаемых мер.

Реинжинирингом называют постепенным внедрением изменений на всех уровнях компаний. Эти действия направлены на улучшение деятельности, производятся и измеряются с использованием бизнес-процессов, а также их основных показателей. Важно понимать, что понятия «реинжиниринг» и «инжиниринг» являются разными по назначению. Однако это самая распространенная ошибка, что некоторые люди считают эти слова синонимами.

Не все прогрессивные заводы индустрии могут позволить себе смену имеющихся производственных мощностей, так как приобретение новоиспеченного оснащения требует огромных капитальных вложений. Потому в нашей огромной стране вместе с вводом новоиспеченного

высокопроизводительного оснащения велась переделка и модернизация прежде поставленного оборудования.

Задача повышения эффективности и увеличения мощности металлургических предприятий ставятся перед предприятиями, которые прошли через переходный период. Данные проблемы могут быть решены с помощью метода, основанного на переосмыслении бизнес – процессов.

Структура бизнес – процессов компании, которая будет использована в тех случаях, когда необходимо предпринять аргументированное решение об организации действия: радикальное изменения в бизнесе, креативность нынешнего руководителя и т.д. Этот метод основан на концепции и способе структурирования бизнес – процессов.

При выполнении работы по реинжинирингу шаровой мельницы АО НЗХС была изучена технология и оборудование изучены возможные направления и подобраны технические решения по реинжинирингу.

Сравнение исходных данных с полученными при расчетах, можно сделать вывод, что при проведении мероприятия по внедрению предложения данный проект является целесообразным техническим решением, направленным на увеличение производительности предприятия, и, как следствие, увеличение прибыли от реализации продукции.

Работа выполнена под руководством зам. директора по учебно-методической работе, доцента, к.п.н. Нефедова А.В. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

### **Проектирование устройства для маркировки проката в листопрокатном цехе АО «Уральская Сталь»**

**Максимова Д.В., студентка группы БТМО-18**

Создание новых оригинальных конструкций зависит от умения сочетать старое и вводить что-то новое, соответствующее новым требованиям качества. При эксплуатации оборудования так же важно не забывать о научном подходе, который обеспечивает качественное решение технических задач.

Для повышения всемирной эффективности основной задачей стоит ускорить процесс научно-технического развития, поэтому многие производства приступили к активной модернизации оборудования и установке нового. Стоит так же начать выпускать оборудование, которое позволит улучшить качества труда и производительность.

Эксплуатация оборудования включает в себя применение по назначению, техническое обслуживание, монтаж и демонтаж, транспортировку.

Важно, чтобы новое оборудование было не только надежным, а также эргономичным, технологичным, эстетичным, экономичным и соответствовать уровню стандартизации.

Экономическая эффективность – одно из самых важных показателей производства, по нему можно проследить развитие предприятия и оценить правильность принятых решений.

В работе были произведены:

– анализ устройства, технического состояния и особенностей эксплуатации устройства для маркировки проката в листопрокатном цехе АО «Уральская сталь»;

– оценка эффективности предложений по проектированию устройства для маркировки проката в листопрокатном цехе АО «Уральская сталь».

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МТиО, д.т.н. Чиченева Н.А. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

### **Реинжиниринг вагона-хоппера для перевозки агломерата и других материалов**

**Шкурко Т.Г., студентка группы БТМО-18**

В работе были приведены следующие сведения: общие сведения об агломерационном цехе предприятия, сведения о технологии производства агломерата и участие в этом процессе транспортировки готового агломерата вагонов-хопперов, обоснование необходимости проектирования устройства для обрушения залипшего материала на торцевых стенках и хребтовой балке вагона, расчетную и экономическую части.

В процессе анализа технологического и роли агловозов в процессе производства агломерата агломерационного цеха АО «Уральская Сталь» была выявлена необходимость разработки устройства для вибрационного обрушения зависания материала. Ссылаясь на расчетную и экономическую часть, была обоснована целесообразность реинжиниринга имеющихся вагонов-хопперов с вводом в эксплуатацию спроектированных виброобрушающих устройств.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена возможность реинжиниринга вагона-хоппера для перевозки агломерата и других материалов с проектированием вибрационного устройства для обрушения налипших материалов на торцевых стенках и хребтовой балке.

Была изучена технология производства агломерата и выявлена роль агловозов в процессе изготовления агломерата, изучены особенности конструкции, устройства и особенности эксплуатации вагонов-хопперов для перевозки горячего агломерата, определены технические решения для проектирования и внедрения в процесс производства агломерата вибрационных устройств, произведен расчет и проектирование всех узлов и механизмов, произведена оценка экономической эффективности и окупаемости.

В результате внедрения проектируемого устройства ожидается повышение качества выпускаемого агломерата за счет сокращения

внеплановых простоев состава вагонов-хопперов. В первую очередь ожидается отказ от опасных для человеческого здоровья работ, связанных с очисткой бункеров.

Экономический расчет подтверждает целесообразность проводимых мероприятий по реинжинирингу вагонов-хопперов в рамках агломерационного цеха АО «Уральская Сталь».

Обоснована необходимость реинжиниринга вагона-хоппера посредством внедрения устройства вибрирующая стенка и выброгорбыль. Произведен расчет и подбор механизмов и деталей проектируемого вибрирующего устройства. Рассчитан экономический эффект от внедрения модернизации.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.п.н. Нефедова А.В. и при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

## РАЗДЕЛ III

### ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ

#### Оценка банковского портфеля и пути его оптимизации на примере АО «Россельхозбанк»

Цигульская В.Е., студентка группы БЭК-17з.

Под банковским портфелем понимается совокупность активных и пассивных операций банка с денежными и финансовыми инструментами, вместе они позволяют определять качество всего банковского портфеля и его операций с активами и пассивами.

Процесс управления банковским портфелем, который подразумевает реализацию мероприятий по управлению активами, сосредоточенных в финансовых, кредитных и инвестиционных инструментах, таких как: ценные бумаги, акции, облигации, векселя и прочие объекты вложений.

Представлен алгоритм анализ эффективности управления банковским портфелем, включающий в себя 4 основных блока:

- проведение анализа структуры и динамики портфеля активных, пассивных операций банка;
- осуществление оценки структура и динамики портфеля собственных средств банка;
- выполнение оценки структура и динамики инвестиционных вложений банка;
- проведение коэффициентного анализ показателей эффективности формирования структуры банковского портфеля.

Был проведен анализ экономического положения объекта исследования за 2019-2021 гг. и выявлены следующие особенности и результаты, представленные на рисунке 1.

Доля денежных средств в портфеле активов банка снижалась с 3,46 % в 2019 г. до 0,27 % по итогу 2022 г., в денежном выражении абсолютно ликвидные средства;

Наибольший удельный вес в портфеле активных операций дополнительного офиса банка приходился на чистую ссудную задолженность, которая занимала от 73,29 % до 77,3 % от общего объема активов офиса банка;

За 2019-2021 гг. ее величина выросла, но к 2021 г. данный показатель продемонстрировал восходящий тренд.

Анализ экономического положения АО «Россельхозбанк»  
(дополнительный офис №3449/5/22 в г. Ясный) за 2019-2021 гг.

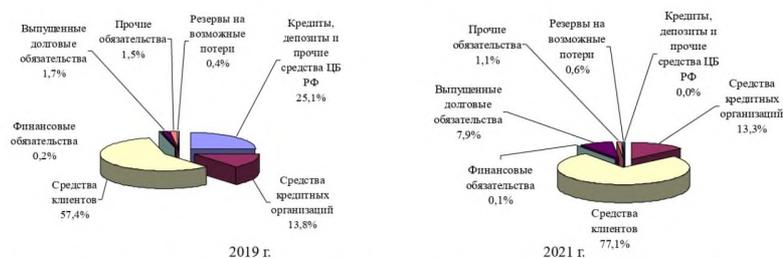


Рисунок 1

Также представлены результаты оценки портфеля АО «Россельхозбанк» за 2019-2021 гг. (рисунок 2).

Результаты оценки портфеля АО «Россельхозбанк»  
(дополнительный офис №3449/5/22 в г. Ясный) за 2019-2021 гг.

Структура портфеля банка исходя из объема банковских операций АО «Россельхозбанк» в г.Ясный за 2019–2021 гг.

Категория средств	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
	руб.	Удельный вес, %	руб.	Удельный вес, %	руб.	Удельный вес, %
Средства, привлеченные от физических лиц	15155414	11,4	13103689	11,2	16981070	10,6
Средства, привлеченные от юридических лиц	12363627	9,3	8891789	7,6	12815902	8,0
Кредиты физическим лицам	20473103	15,4	15209639	13,0	17621865	11,0
Кредиты юридическим лицам	83487719	62,8	77920153	66,6	111658545	69,7
Прочие операции	1462365	1,1	1871956	1,6	1121391	0,7
Итого по операциям	132942228	100	116997226	100	160198773	100

Рисунок 2

Показатель прибыли на собственный капитал в целом за 2019–2021 гг. имеет положительное значение, за исключением 2020 г., что связано со снижением чистой прибыли АО «Россельхозбанк». Максимальное значение данный показатель демонстрирует в 2019 г. Показатель «прибыль на единицу активов», в общем, демонстрирует возрастающий тренд, однако в 2020 г. его значение составило минус 0,37. Чистая процентная маржа АО «Россельхозбанк» увеличивается с 8,14 % в 2019 г. до 10,1 % к 2020 г. В 2021 г. данный показатель составил 7,74 %. Максимальное значение данный показатель приобретает в 2021 г.

АО «Россельхозбанк» планирует нарастить свою долю в кредитовании агропромышленном комплексе, рыбохозяйственном комплексе и лесопромышленном комплексе, укрепив позиции в качестве основного

инструмента реализации государственных программ, поддержки этих отраслей как федеральных, так и региональных.

Экономическое обоснование предложенного мероприятия в АО «Россельхозбанк». После реализации всех предложенных мероприятий отделение банка увеличит количество открытых кредитных счетов юридических лиц и ИП на 81 счет, количество юридические лица и ИП, использующих систему «Банк-Клиент», возрастет на 191 предприятия. Экономическая эффективность выражается в росте процентных доходов от новых кредитных договоров в размере 1 066 260 руб. Таким образом, рекомендации по оптимизации портфеля АО «Россельхозбанк» на основе выявленных особенностей и недостатков способны улучшить как качество банковского портфеля, так и сам процесс банковского обслуживания в дополнительном офисе АО «Россельхозбанк» в городе Ясный.

Работа выполнена под руководством зав. кафедрой ГиСЭН, к.э.н. Измайловой А.С.

### **Особенности адаптации персонала на предприятиях цементной промышленности (на примере ООО «Аккерманн цемент»)**

**Мазурин А.О., студент группы БМН-17з**

В современных условиях большое значение приобретают вопросы формирования кадровой среды российских предприятий. Особенно важным становится эффективность системы адаптации персонала, которая способствует росту и развитию качества трудовых ресурсов, а также закрепление в кадровом составе профессионально подготовленных специалистов.

Для того, чтобы оценить эффективность процессов адаптации персонала в ООО «Аккерманн цемент» были рассмотрены состав и структура кадров предприятия. На основании данных можно сделать выводы о том, что численность персонала снижается. Основной удельный вес приходится на рабочих. Количество рабочих уменьшилось за счет механизации процессов. Снижение удельного веса рабочих вызвано увеличением численности специалистов. Количество линейных руководителей уменьшилось на 15 чел., в то же время, было принято 15 чел. специалистов, их стало 213 чел.

Ещё одним из показателей эффективности адаптации персонала является оценка текучести кадров. Данные по движению кадров свидетельствуют о том, что количество уволенных на предприятии растёт. Количество принятых работников, также растёт. Коэффициент оборота по приему практически равен коэффициенту оборота по выбытию. Динамика изменений по приему и увольнению вносит негативное влияние на коэффициент постоянства персонала предприятия.

Также, была проведена оценка движения персонала среди вновь принятых, так как неэффективные приемы адаптации ведут к риску их

увольнений. Данные показали, что количество персонала, который прошел испытательный срок и адаптацию растет. Темпы роста по выбытию среди вновь принятых достаточно высокие, что свидетельствует о неэффективных процессах адаптации. В связи с этим, были изучены причины, по которым они расстаются с предприятием.

Высокий удельный вес новичков, не прошедших испытательный срок, это не только свидетельство неэффективного отбора, но и недостаточной адаптации. Растут и увольнения за нарушения трудовой дисциплины за счет вновь принятых, что свидетельствует о неэффективности социально-психологической адаптации. Все эти причины говорят о том, что отсутствует система планирования при адаптации персонала, перед новичками не ставятся задачи достижимые их квалификационным уровнем, отсутствуют поэтапные цели на весь период адаптации, не в полной мере представлена для ознакомления система оплаты персонала.

Представлена оценка экономических потерь на адаптацию вновь принятого персонала в ООО «Аккерманн Цемент» за 2019-2021 гг. Затраты на адаптацию выбывшего персонала растут. Рост уровня данных непроизводительных затрат на адаптацию персонала оказывает негативное влияние на уровень себестоимости оказывая влияние на эффективность управления персоналом.

На основании исследования системы адаптации можно сделать выводы, что в настоящее время предприятие столкнулось с целым комплексом проблем, связанных адаптацией персонала. Отсутствует система наставничества, многие процедуры в этом направлении проводятся формально. Отсутствие материальной мотивации за ведение новичков, не способствует росту желающих этим заниматься. Итоговый контроль по окончании испытательного срока не предполагает оценку результатов, в связи с этим, нет обратной связи с кадровой службой по планированию карьеры вновь принятых. Данные факторы способствуют росту текучести персонала среди вновь принятых, что в свою очередь способствует росту затрат на адаптацию, за счет непроизводительных потерь.

Предложением для повышения эффективности адаптации может стать автоматизация процессов. При приеме на работу новый сотрудник знакомится с большим массивом информации: внутренними процедурами, нормативными документами, описаниями бизнес-процессов, организационной структурой. Предлагаемый способ автоматизации этой задачи – создание на портале предприятия раздела, посвященного адаптации. Этот раздел должен содержать общие для всех новых сотрудников документы, а также личный кабинет стажера со специфическими материалами для определенных подразделений и должностей. Для снижения стрессов в новой среде необходимо использование чат-ботов, дающих подсказки новичкам. Возможность использования опросов и тестов позволит кадровой службе проводить эффективный контроль за адаптацией персонала. Важным направлением в повышении эффективности системы адаптации является развитие наставничества. Предприятие благодаря системе наставничества будет иметь подготовленный персонал с оптимальным

периодом адаптации, что поможет взаимодействию сотрудников, оказывая позитивное воздействие не только на социальную, но и на профессиональную адаптацию новичков.

Благодаря системе наставничества предприятие будет иметь подготовленный персонал с оптимальным периодом адаптации, что повысит эффективность деятельности предприятия, поможет взаимодействию сотрудников, окажет позитивное воздействие на отношение к обучению.

При условии, что данные мероприятия будут использованы, можно будет ожидать снижение текучести кадров в период адаптации, при снижении количества выбывших стажеров до 4 чел., неэффективные затраты снизятся на 5843,8 тыс. руб.

Снижение непроизводительных затрат на адаптацию, за счет уменьшения текучести вновь принятых, позволит повысить показатели эффективности использования персонала.

Работа выполнена под руководством зав. кафедрой ГиСЭН, к.э.н. Измайловой А.С.

### **Исследование методических и практических аспектов управления оборотным капиталом на предприятиях цементной промышленности (на примере ООО «Аккерманн цемент»)**

**Варшавская А.А., студентка группы БЭК-17з**

Целью ВКР является оценка эффективности управления оборотным капиталом предприятия и разработка основных направлений совершенствования системы управления оборотным капиталом. Оборотный капитал предприятия обеспечивает бесперебойную работу и влияет на размер получаемой выручки и прибыли.

При проведении аналитических исследований были использованы экономические показатели, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Экономические показатели анализа использования оборотного капитала

Наименование	Формула расчета, условные обозначения	Экономическая характеристика
Коэффициент оборачиваемости прямой, к-т.	$\text{Коб.} = \text{Вр} / \text{Е.}$ <p>Вр – выручка от продаж, ден. ед. Е – величина средних остатков оборотных средств, ден.ед.</p>	Показывает количество оборотов, совершаемых оборотными средствами за период. Чем выше показатель, тем эффективнее используются оборотные средства
Коэффициент закрепления, к-т.	$\text{Кзак.} = \text{Е} / \text{Вр}$	Показывает величину оборотных средств, приходящихся на рубль выручки. Чем меньше показатель, тем эффективнее используются оборотные средства

Наименование	Формула расчета, условные обозначения	Экономическая характеристика
Длительность одного оборота, дни	$Дл. = E \times Д / Вр$ или $Дл = Д / К об.$ Д – количество дней в периоде.	Показывает, сколько дней длится один оборот оборотных средств. Чем меньше показатель, тем эффективнее используются оборотные средства
Относительная экономия (перерасход) оборотных средств	Отн. Э (Пер) <sub>Е</sub> = $E_1 - [E_0 \times (Вр_1 / Вр_0)]$ . или Отн. Э (Пер) <sub>Е</sub> = $Вр_1 / Д_1 \times (Д_{л1} - Д_{л0})$	Показывает относительную экономию (перерасход) оборотных средств, связанную с изменением выручки от продаж
Рентабельность оборотных средств	$R = П / E \times 100\%$ П – прибыль, ден. ед.	Показывает, сколько прибыли в процентах приходится на 1 рубль оборотных средств

Управление оборотным капиталом включает в себя:

- управление запасами;
- управление дебиторской задолженностью;
- управление денежными средствами.

Проведенный анализ динамики эффективности использования оборотных средств ООО «Аккерманн цемент» за 2019-2021 гг. показал негативную динамику замедления оборачиваемости как всех оборотных активов в целом, так и в большей степени дебиторской задолженности. Это свидетельствует о том, что предприятию необходимо больше ресурсов, чтобы поддерживать экономическую активность.

Диаграмма структуры оборотного капитала ООО «Аккерманн цемент» за 2019-2021 г. представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Диаграмма структуры оборотного капитала ООО «Аккерманн цемент» за 2019-2021 г., %

Проанализировав показатели предприятия, были выявлены следующие недостатки:

- замедление оборачиваемости оборотных средств;
- отвлечение средств из оборота предприятия;
- увеличение остатка денежных средств.

С целью устранения выявленных негативных моментов рекомендуем:

- 1) в расчетах с поставщиками применять аккредитивную форму;
- 2) по расчетам с покупателями использовать факторинг и систему скидок за более ранние сроки оплаты;
- 3) размещение денежных средств на депозите.

С целью совершенствования управления оборотными средствами предприятия предлагаем воспользоваться аккредитивом, преимуществами которого являются гарантия получения средств за оказанные услуги поставщиком; если партнер не исполнит условия договора или сделка будет отменена, лицо может вернуть свои средства в полном объеме; ответственность за исполнение сделки несет банк, который является незаинтересованной стороной.

Принимая во внимание тот факт, что применение факторинга и аккредитива сразу ко всем покупателям и поставщикам маловероятно, рассчитаем экономический эффект 50 % дебиторской задолженности покупателей и поставщиков. Результаты расчета представлены в таблице 2. Они показывают, что в результате внедрения предложенного мероприятия длительность оборота дебиторской задолженности с поставщиками сократится на 10 дней, а с покупателями на 12 дней, что приведет к относительному высвобождению средств в сумме более 600 млн. руб.

Таблица 2 – Расчет экономического эффекта ООО «Аккерманн цемент» от внедрения факторинга и аккредитива

Показатели	До внедрения мероприятия	После внедрения мероприятия	Отклонение
Аккредитив			
Выручка, тыс. руб.	12604991	12604991	-
Расчеты с поставщиками и подрядчиками, тыс.руб.	656850	328425	328425
Длительность оборотов дебиторской задолженности с поставщиками и подрядчиками, дни	19	9	-10
Относительное высвобождение средств, тыс. руб.	-	-343570	-
Факторинг			
Выручка, тыс. руб.	12604991	12604991	-
Расчеты с покупателями и заказчиками, тыс.руб.	801455	400728	400727
Длительность оборотов дебиторской задолженности с покупателями и заказчиками, дни	23	11	-12
Относительное высвобождение средств, тыс. руб.	-	-252376	-

Суть мероприятия в предоставлении скидки заключается в том, что покупателю ООО «Аккерманн цемент» предоставляется льготный период, в течение которого можно погасить задолженность перед предприятием и получить при этом скидку. Величина скидки может меняться в зависимости от платежеспособного спроса на услуги предприятия и ситуации на финансовом рынке. Проведенные расчеты показали, что при предоставлении скидки от 1,5 (полутора) до 10 % дополнительный приток средств составит около 3-х миллионов рублей.

Внедрение предложенных мероприятий даже с половиной поставщиков и покупателей приведет не только к ускорению оборачиваемости оборотного капитала, но и к дополнительному высвобождению денежных средств в сумме более 600 млн. руб. А размещение денежных средств на депозите позволит, не снижая ликвидности баланса, получить более 24 млн. руб. дополнительных денежных средств и прибыли.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ГиСЭН, к.э.н. Киселевой О. В.

## **Оценка эффективности деятельности предприятия на примере ПАО «Гайский ГОК»**

**Рулева Н.А., студента группы БЭК-17з**

Для достижения общей эффективности необходимо рационально использовать основные и оборотные средства в целом и по их видам, трудовые ресурсы, эффективно осуществлять финансовые вложения.

Было проведено исследование эффективности деятельности предприятия на примере ПАО «Гайский ГОК». С каждым годом валовая прибыль имеет устойчивую тенденцию к повышению, так же с каждым годом повышается прибыль до налогообложения, следовательно, чистая прибыль за анализируемые периоды так же имеет тенденцию к увеличению и в 2021 г. составила 10 миллиардов руб. (10 834 154 тыс. руб.).

Рассмотрим технико-экономические показатели деятельности ПАО «Гайский ГОК» за 2019-2021 гг. (таблица 2).

Финансовые показатели подтверждают положительные тенденции, растет выручка, увеличивается прибыль, увеличивается фонд оплаты труда, увеличилась среднесписочная численность работников. У показателя фондоотдачи наблюдается увеличение, но оно недостаточно эффективное.

Коэффициент оборачиваемости имеет тенденцию снижения с 3,9 до 3,1 за анализируемый период, так же длительность одного оборота увеличилась от 90 дней до 114, что свидетельствует об ухудшении использования оборотных средств.

Таблица 2 – Динамика технико-экономических показателей деятельности ПАО «Гайский ГОК» за 2019-2021 гг.

Наименование показателя	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Темп роста, %	
				2020 г. к 2019 г.	2021 г. к 2020 г.
Выручка, тыс. руб.	25 381 936	30 930 563	44 357 600	121,9	143,4
Себестоимость, тыс. руб.	19 142 826	19 407 175	25 782 904	101,4	132,9
Прибыль от продаж, тыс. руб.	3 976 793	8 799 971	15 617 031	221,3	177,5
Фонд оплаты труда, тыс. руб.	2 871 423,9	2 911 076,25	3 867 435,6	111,9	122,6
Среднемесячная заработная плата, тыс. руб.	38,4	37,2	45,78	96,12	114,0
Среднесписочная численность работников, чел.	6 200	6 388	7 042	102,4	103,0
Выработка на одного работающего, тыс. руб.	4 093	4 842	6 299	99,0	118,3
Среднегодовая стоимость основных производственных фондов, тыс. руб.	31 880 689	35 482 132	36 379 225	109,2	117,8
Фондоотдача, руб.	0,79	0,87	1,2	119,6	124,8
Рентабельность продаж, %	4,6	14,9	24,4	323,9	163,8

У предприятия минимальный риск неплатежеспособности, у предприятия положительная финансовая устойчивость об этом свидетельствует повышение коэффициентов обеспеченности, коэффициент маневренности.

Проведенный анализ говорит о том, что финансовая деятельность эффективна, успешна, что подтверждается динамикой рассмотренных выше показателей. Однако все, что касается использования средств производства практически не изменяется, и принимают значение на уровне, не позволяющих судить об эффективном использовании данных ресурсов.

В связи с этим мы разработали мероприятия направленные на повышение эффективности деятельности ПАО «Гайский ГОК»

Устаревшие модели можно продать небольшим предприятиям либо продать на комплектующие оптом. Также необходимо проводить замену оборудования и машин, срок службы которых уже более 20 лет. Предлагаемая реализация оборудования в количестве 26 единиц позволит предприятию повысить коэффициент обновления и выбытия внеоборотных активов.

Оборудование, которое имеет ограниченный функционал использования, а именно невозможность работы в условиях загазованности и повышенной влажности, предлагается заменить на более совершенствованное, которое позволит увеличить выработку. Затраты на приобретения данного оборудования составят почти 11 млн. Использование данного оборудования

позволит дополнительно увеличить выпуск продукции на 23 тыс. тонн и получить дополнительно прибыль 5,2 млн. руб.

В качестве повышения эффективности предприятия предлагается использовать отходы для получения продукции второго сорта, которая также в дальнейшем будет участвовать в производственном процессе, но по стоимости будем значительно дешевле.

Таким образом, были разработаны мероприятия, направленные на повышение эффективности деятельности предприятия, и проверена их эффективность. При продаже излишнего оборудования срок использования, которых более 20 лет, и которые уже не участвуют в производственном процессе, можно получить прибыль до 1918,8 тыс. руб. Эту сумму направится на покупку нового усовершенствованного оборудования. От вторичной переработки сырья мы можем получить дополнительную прибыль в размере 96 612.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ГиСЭН, к.э.н. Свечниковой В.В.

### **Совершенствование корпоративной культуры предприятия (на примере АО «Уральская Сталь»)**

**Тихонов А.А., студент группы БМН-17з**

Ценность корпоративной культуры для организации состоит в том, что она усиливает организационную сплоченность и порождает согласованность в поведении сотрудников. Для сотрудников данная культура организации служит своеобразным ориентиром для выбора правильного типа поведения, необходимого для успешной работы в организации. В современном бизнесе корпоративная культура выступает важным условием успешной работы фирмы, фундаментом ее динамичного роста, своего рода гарантом стремления к повышению эффективности.

Одним из заметных результатов сильной корпоративной культуры является низкая текучесть кадров. Это объясняется единодушием в мнении сотрудников о том, что является целью организации и за что она выступает. Это, в свою очередь, рождает сплоченность сотрудников, верность и преданность организации, а, следовательно, желание покинуть такую организацию у работников пропадает.

По результатам анализа АО «Уральская Сталь» была составлена схема элементов корпоративной культуры предприятия (рисунок 1).



Рисунок 1 – Элементы корпоративной культуры

Основной упор на предприятии происходит в направлении развития персонала: обучения, мотивации как материальной, так и нематериальной:

Предприятие уделяет большое внимание обучению и развитию своих работников, поскольку это способствует личностному и профессиональному развитию людей и в конечном счете ведет к успешному достижению предприятием своих стратегических целей.

Таблица 2 – Расходы предприятия на обучение сотрудников

Показатели	2020 г.		2021 г.		Абсолютные изменения 2021 г. к 2020 г.	Темп роста, %
	Чел.	%	Чел.	%		
Рабочие	7315	73	7026	74	-289	1
РСС	2705	27	2468	26	-237	-1
Итого	10020	100	9494	100	-526	0

В рамках развития корпоративной культуры Компания активно использует механизмы нематериальной мотивации.

Уральская Сталь, как предприятие с высоким уровнем корпоративной культуры, успешно реализует такие социальные программы как поддержка здоровья и организация отдыха работников и их семей, льготное питание, компенсации и выплаты в различных жизненных ситуациях. На эти и другие социальные программы Компания направила в 2020 году около 3,7 млрд рублей, что на 22 % больше, чем годом ранее.

Таблица 3 – Общекорпоративные мероприятия, входящие в систему нематериальной мотивации АО «Уральская Сталь»

Наименование мероприятия	Участники	Периодичность	Цель мероприятия
Конкурс профессионального мастерства	11 конкурсных профессий, 6 из которых – основные, 5 – вспомогательные	Работники основных профессий соревнуются на постоянной основе, в то время как вспомогательные профессии чередуются каждый год	Повышение престижа рабочих профессий, выявление лучших специалистов и управленцев в своей области и совершенствования профессионального мастерства работников предприятий
Лучший руководитель и лучший мастер	Управленцы	Ежегодно	Выявление лучших управленцев предприятий
Научно-техническая конференция молодых работников	Работники компании в возрасте до 35 лет, студенты и аспиранты профильных вузов и сузов	1 раз в 2 года	Разработка проектов по улучшению существующих производственных процессов или по внедрению новых технологий на производстве

Для анализа корпоративной культуры применялся метод анкетирования персонала. Результаты опроса вовлеченности «твой голос» сотрудников АО «Уральской стали», представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Результаты анкетирования

На сегодняшний день на предприятии нет отдельной структуры, отвечающей за корпоративную культуру.

Предлагается на базе имеющегося управления социальных программ создать подразделение, отвечающее за корпоративную культуру (рисунок 3).



Рисунок 3

Также предлагается рассмотреть проекты, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Планируемые проекты

Содержание проект	Аудитория	Цель
Создание дополнительных курсов по перепрофилированию работников предприятия в случае изменения технологии, сортамента продукции	Рабочие, ИТР, специалисты предприятия	Наименьшие потери кадрового состава, снижение потерь рабочего времени, снижение психологической нагрузки
Создание «Серебряного университета»	Работники предприятия, вышедшие на пенсию	Курсы по обучению лиц пенсионного возраста профессиям, совместимых с возрастом, состоянием здоровья; Организация физкультурных групп здоровья (с прикрепленными инструкторами)
Дополнительная поддержка молодых семей	Работники до 35 лет	Консультативная, юридическая помощь в приобретении жилья
Дополнительная поддержка семей с детьми-инвалидами	Работники предприятия	Разработка дополнительных мер по реабилитации детей – инвалидов (путевки в санатории, лечебные центры)

Цели, которые были поставлены, являются долгосрочными. Важным является то, что предприятие достигнет своей стратегической цели путем повышения уровня вовлеченности производственного персонала в процессы деятельности предприятия, результатом разработки своей концепции корпоративной культуры станет повышение удовлетворенности и приверженности персонала, следствием чего станет снижение текучести

кадров, повышение производительности труда, и соответственно, повышение эффективности деятельности предприятия.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ГиСЭН, к.э.н. Свечниковой В.В.

## Управление затратами на предприятии на примере ООО «ЦПМ»

### Лагодич Ю.М., студентка группы БЭК-17з

Так как предприятие начало свою деятельность в 2018 году. В этом году была произведена небольшая пробная партия продукции. Динамика объема выпуска продукции предприятия за три года представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Динамика объема выпуска продукции ООО «ЦПМ» за 2019-2021 гг.

Наименование продукции в шт.	2019	2020	2021
Мешки ламинированные	1 299 498	3 502 157	3 602 157
Мешки не ламинированные	673 569	1 002 000	2 056 566
Ткань	446 900	865 600	1 200 856
Рукава	351 200	450 000	645 408
Продукты вторичной переработки	105 700	291 400	448 032

Лидирующую позицию по количеству выпуска занимают ламинированные мешки. Рассмотрим материальные затраты на их производство, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Материальные затраты на производство

Наименование показателя	Сумма изменения, руб.	
	2020 г. от 2019 г.	2021 г. от 2020 г.
Объем выпуска	10 894 351,41	494 600,00
Расход материала на изделие	784 483,17	806 883,17
Стоимости материальных ресурсов	1 526 940,45	1 570 540,45
Общая сумма материальных затрат на ламинированные мешки	13 205 775,03	2 872 023,62

На основании таблицы 3, можно сказать, что происходит рост материальных затрат на ламинированные мешки. В период 2019-2020 гг. произошло увеличение показателя на 13 млн. руб. в следующем периоде наблюдается аналогичный рост на 10 млн. руб.

Показатель полной себестоимости ламинированных мешков с каждым годом увеличивается.

По причине увеличения материальных затрат на ламинированные мешки был проведен факторный анализ. На основании анализа было выявлено что в целом наблюдается увеличение суммы материальных затрат на 13 млн на

производство ламинированных мешков и наибольшее влияние на данный рост оказал объем выпуска продукции в 2020 году, почти на 11 миллионов рублей.

Проведенный анализ выявил что отрицательное влияние в 2020 году оказали два фактора: объем и структура выпущенной продукции и уровень затрат на производство. Что касается уровня затрат то в 2021 году он также отрицательно влияет на уровень затрат. Проведенные расчеты за период 2020-2021 гг. подтверждает причину увеличения материальных затрат.

Изменения стоимости сырья на приобретаемые основные два компонента в рецептуре ламинированных мешков полипропилен марки ЖКО/52 на 14 рублей и мел на 4 рубля, можно решить, изменив технологию производства продукции, а также сменить поставщика полипропилена, продукта, который занимает больший удельный вес в составе материальных затрат.

Предлагаемая замена, подразумевает смену поставщика с ООО «Росполимер», который находится в г. Уфа, на поставщика ООО «ПолимерПласт» – находится в г. Оренбурге.

Данные поставщики занимаются продажей полипропилена марки ЖКО/52 и мела. У ООО «ЦПМ» таким образом сократится время ожидания поставки на два дня сырья.

Также необходимо в составе мешка увеличить количества мела на 5 граммов и сократить потребление основного сырья полипропилена на 5 граммов. Данные изменения в рецептуре мешка производятся в пределах технических условий.

Экономия от предложенных мероприятий получится в размере 3 миллиона 200 тыс. рублей.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ГиСЭН, к.э.н. Свечниковой В. В.

## **Совершенствование управления дебиторской задолженностью предприятия на примере ООО «Молоко»**

**Прокашева Н.Е., студентка группы БЭК-17з**

Для предприятия 2020 год стал сложным периодом, существенно повлиявшим на снижение эффективности хозяйственно-экономической деятельности за счет негативных тенденций роста себестоимости на фоне отставания роста выручки и прибыли, а также одновременным значительным уменьшением основных средств и численности персонала. Однако, следует отметить положительные тенденции в 2021 году, позволяющие судить о наличии возможности системного развития предприятия для ликвидации структурных противоречий в его экономической деятельности.

В организации управлением дебиторской задолженности занимается планово-экономический отдел. Схема управления дебиторской задолженности ООО «Молоко» представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема управления дебиторской задолженностью ООО «Молоко»

Стоимость дебиторской задолженности предприятия в 2020 г. составила 15 миллионов, что на 4 миллиона меньше, чем в 2019 году. А в 2021 году дебиторская задолженность возросла на 3 млн. Увеличение дебиторской задолженности является отрицательным моментом для данного предприятия.

Коэффициент равновесия задолженностей во всем исследуемом периоде превышает 1 это означает, что дебиторская задолженность покрывает кредиторскую. Кредиторская задолженность полностью покрывается дебиторской задолженностью, что является положительным фактором, который говорит о потенциальной возможности организации расплатиться со своими кредиторами без привлечения дополнительных источников финансирования. Тем не менее, на протяжении ряда лет он меньше нормативного значения 2, а это значит, что замедляется обращение в денежные средства ликвидной части оборотных активов.

В таблице 1 представлены основные дебиторы ООО «Молоко».

Таблица 1 – Основные дебиторы ООО «Молоко» за 2019-2021 гг., тыс. руб.

Дебиторы	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Абсолютное отклонение	
				2020 г. к 2019 г.	2021 г. к 2020 г.
1	2	3	4	5	6
МАОУ СОШ	3459	2487	3214	-972	727
МДОАУ	3957	2125	3124	-1832	999
АО «Тандер»	6215	5124	6034	-1091	910
Прочие	1354	1199	1843	-155	644
Итого	14985	10935	14215	-4050	3280

По данным таблицы видно, что большую дебиторскую задолженность имеет АО «Тандер». В 2019 году их дебиторская задолженность составляла 6 млн, в 2020 году снизилась до 5 млн, а в 2021 году поднялась до 6 млн. Данная дебиторская задолженность является долгосрочной и сомнительной, так как у поставщика присутствует неопределенность касемо факта возможного погашения дебиторской задолженности.

С целью уменьшения дебиторской задолженности предлагается установить программный продукт, например «ЛИК:Бизнес», который вовремя позволяет выявить покупателей, не внесших платеж в течении 10 дней после поставки продукции, после чего производить обзвон таких клиентов с целью напоминания о задолженности. Стоимость программного продукта составляет 25 тыс. руб., а реализация мероприятия позволит сократить задолженность на 5 %, данный эффект отмечают сами разработчики, а также существующая статистика предприятий, которые внедрили данный программный продукт.

Так же предлагается пересмотреть раздел оплаты дебиторской задолженности от бюджетных организаций. В настоящее время в договоре с бюджетными организациями прописана дата оплаты продукции в течение 15 дней после подписания акта приема-передачи продукции. Если пересмотреть дату оплаты, например, до 25 декабря, можно снизить дебиторскую задолженность от бюджетных организаций.

Подводя итоги об анализе дебиторской задолженности предприятия, можно сделать вывод, что дебиторская задолженность увеличилась за последний год, но не значительно. Это означает необходимость совершенствования системы управления денежными средствами организации и разработки комплекса мероприятий по управлению дебиторской задолженностью.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ГиСЭН, к.э.н. Свечниковой В.В.

## РАЗДЕЛ IV

### ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОПРИВОД

#### Модернизация электропривода шлаковоза в условиях электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»

**Валентир В.И., студент группы БЭЭ-18**

В данной выпускной квалификационной работе была разобрана модернизация системы автоматизированного электропривода шлаковоза ЭДП, установленного в электросталеплавильном цеху металлургического комбината АО «Уральская сталь».

В первом разделе исследованы характеристики системы автоматизированного электропривода кантования чаши шлаковоза совместно с характеристиками самого шлаковоза. Разработаны условия, которые предъявляются к электроприводу шлаковоза и произведён расчёт общего силового оборудования.

Во втором разделе принимая во внимание условия, которые были произведены в первом разделе, осуществляется разработка системы управления, в том числе и моделирование полной системы и исследование переходных процессов.

В третьем разделе выполнен технико-экономический расчёт проекта, чтобы определить целесообразность усовершенствования.

Предметом изучения является кантование чаши шлаковоза, поэтому основной задачей работы является модернизация системы автоматизированного электропривода.

В настоящее время в чёрной металлургии России увеличивается внимание к техническому прогрессу, важнейшей составной частью которого является внедрение новых разработок из области приводной электротехники. Применение современного оборудования позволяет увеличить производительность готовой продукции.

В электросталеплавильном цехе широко используют транспортные средства рельсового типа для перевозки жидкого металла или шлака. Шлаковозы предназначены для транспортировки шлака в жидком состоянии на шлаковый отвал или грануляционные установки. Применение чаш в современных печах ограничено из-за сооружения гранулирующих установок непосредственно возле литейных дворов.

С самого появления доменного производства и до XIX века, когда мощности доменных печей были не высокие, чугун во время выпуска из печей отпускали на литейный двор, а шлак на оборудованную площадку (шлаковый двор), находящийся на земле возле печей. Весь шлак после выпуска мельчили и отвозили в отвал. Это привело к появлению чугунных плит во дворе, где измельчали остывшую шлаковую массу. Большое количество времени и

физического труда уходило на уборку чугуна и шлака, что задерживало рост мощностей доменных печей. Проблема была полностью решена, когда продукты плавки стали разливать в чаши. Благодаря этому решению, литейный двор был поднят над уровнем отметки нулевой, для того чтобы шлак и чугун могли желобами вытекать в чаши, находящиеся на железнодорожных путях. Структура работы электроприводов основных механизмов характеризуется большим количеством включений, частым изменением нагрузки и резкими сменами вращения. Таким образом, режим работы у электроприводов является неустановившемся. Это означает, что к электроприводу шлаковоза выдвигаются особенные требования.

Важнейшее требование, предъявляемое к электроприводу поворота – это обеспечение выполнения переходных процессов в минимальный промежуток времени с замедлением или ускорением, во время торможения.

Требование связано с тем, что механизм поворота требует плавного разгона для исключения резких ударов в передачах, возникающих из-за люфтов в передачах. Во избежание проблем следует сгладить недостатки в управлении электропривода.

Главными требованиями, предъявляемыми к спроектированному электроприводу, являются: экономичность и способность выдерживать длительные перегрузки двигателя и преобразователя частоты. Самым наиболее важным требованием является высокая надёжность и простота механизма.

Представленные рекомендации носят общий характер, справедливы при имеющемся соотношении цены на электроэнергию и оборудование, а также при выполняющихся нормах амортизации и сроках окупаемости. Исходя из этих соображений, выбор системы регулирования электропривода осуществляется на основе технико-экономических расчётов.

Современные системы электроприводов переменного тока полностью отвечают требованиям тяжёлой промышленности, науки, сельского хозяйства, вооружения по мощности, диапазону урегулирования, скорости регулирования.

Главная цель серийных и разрабатываемых электроприводов переменного тока заключается в увеличении их надёжности, понижении габаритных показателей, себестоимости и производственных расходов.

Были реализованы следующие системы электроприводов:

- для синхронных электродвигателей – вентильный электропривод, частотно-токовое управление, частотное регулирование;
- для асинхронных электродвигателей с фазным ротором – каскадные схемы, фазовое управление, система с импульсным управлением в цепях выпрямленного тока ротора, управление в режиме двойного питания;
- для асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором – управление угловой скоростью изменением напряжения, частотное регулирование (автономный инвертор тока).

Для выбора системы регулирования электропривода учитывают следующие факторы: вид подключённых электродвигателей, количество

устройств и их мощность, условия использования, связь стоимости электрооборудования и энергии.

Электрооборудование шлаковоза постоянно работает в повторно-кратковременном режиме. Известно, что потери энергии в переходных процессах зависят от моментов инерции двигателя.

Это означает, что в повторно-кратковременном режиме применяют двигатели, при нужной мощности и угловой скорости имеют меньший момент инерции.

В повторно-кратковременном режиме работы требуется высокая перегрузочная способность электродвигателя, чем при длительном. Из условий нагрева допустимая нагрузка двигателя в повторно-кратковременном режиме намного выше. Во время пуска с увеличенной статической нагрузкой электродвигатель обязан развивать повышенный пусковой момент, превосходящий статический на значение необходимого динамического момента.

Статическая нагрузка электропривода равна 20 % номинального момента двигателя.

Из двигателей серии 4МТК был выбран асинхронный трёхфазный крановый электродвигатель с короткозамкнутым ротором 4МТК-200 на 380 В. Обмотка короткозамкнутого ротора двигателя серии 4МТК выполняется с заливкой пазов и короткозамкнутых колец сплавом из алюминия.

Присоединение обмотки статора двигателя к его питающей сети происходит с использованием кабелей через сальниковые воды коробок выводов, располагающихся на станине.

Исходя из рассчитанных параметров выбирается трёхфазный преобразователь частоты фирмы Schneider Electric Altivar Machine ATV340D22N4E.

В проделанной работе была произведена модернизация электропривода перемещения шлаковых чаш шлаковоза, используемого в электросталеплавильном цехе. По полученным данным работы шлаковоза и его расчётам установлен двигатель 4МТК-200. Для осуществления управления двигателем выбран частотный силовой преобразователь модели Schneider Electric Altivar Machine ATV340D22N4E. Проведено вычисление параметров для нормальной работы приводов.

Неполноценная эксплуатационная надёжность шлаковозов снижает уровень производительности труда и значительно увеличивает стоимость добываемой продукции.

Ремонт шлаковозов – один из самых трудоёмких процессов в электросталеплавильном цеху. Трудоёмкость ремонта шлаковозов составляет около 30 % от всей трудоёмкости вспомогательных процессов.

Исследования показывают, что на ремонтных работах, в электросталеплавильном цеху занято 15 % списочного состава рабочих. Производительная работа шлаковоза достигает до 55 % от общего числа рабочего времени, на ремонтные работы тратится от 15 % до 20 % рабочего времени.

Использование частотных преобразователей по сравнению со старыми методами частотного регулирования в системах управления электроприводами являются наиболее надёжными. Благодаря плавному пуску и останову электродвигателя количество аварий снижается.

Наличие универсального и простого пользовательского интерфейса позволяет контролировать текущие технологические процессы, а именно моментально вводить нужную настройку в работу системы управления, получая полную статическую информацию о работоспособности элементов всей системы.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

## **Модернизация трансферкара 70Т в условиях доменного цеха АО «Уральская Сталь»**

**Абдиев Р.А., студент группы БЭЭ-18**

Данная выпускная квалификационная работа посвящена модернизации электрической трансмиссии транспортной машины Т-70 в условиях АО «Уральская сталь».

Целью данной работы является: модернизация трансферкара в ДЦ АО «Уральская Сталь», а именно, выбор более новых и надежных компонентов привода, расчет и обоснование целесообразности нововведения.

Это важно, поскольку существующее оборудование не соответствует современности, и его замена на более новое, автоматизированное оборудование повысит надежность и эффективность электрических силовых установок трансферкара.

В работе использованы теория электрических операций, теория управления асинхронными двигателями, а также методы математического и численного моделирования.

В настоящее время на заводе установлено неусовершенствованное оборудование, построенное и спроектированное с нуля, а это значит, что оно не отвечает всем требованиям.

Эти меры направлены на упрощение и, следовательно, повышение точности управления, что, в свою очередь, будет регулировать потребление энергии.

Большинство инженерных процессов требуют возможности управления механической силой.

В неконтролируемом оборудовании это обычно достигается путем контролируемого изменения самого процесса.

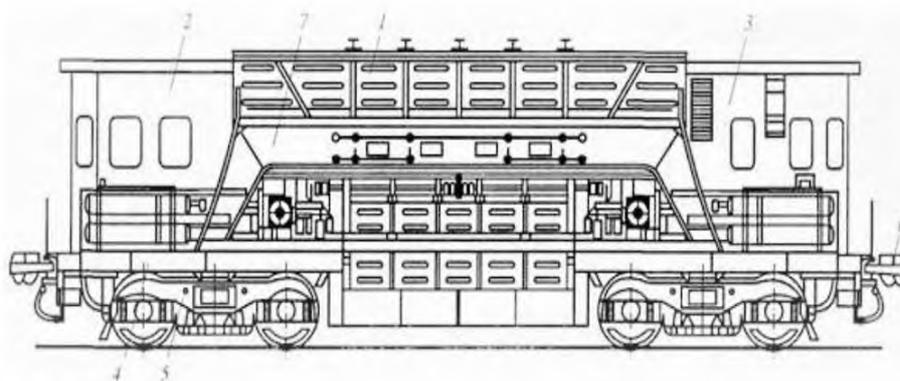
Опыт показывает, что при использовании неуправляемых приводов можно сэкономить до (30...60) % потребляемой энергии по сравнению с управляемыми приводами.

Из-за этих недостатков неуправляемых двигателей, люди в основном отдают предпочтение асинхронным двигателям.

Уральская Сталь – ведущая компания Южно-Уральского региона и одна из восьми крупнейших металлургических компаний России. Компания была основана в 1955 году на базе промышленных запасов природных ферросплавных руд, известняка, никеля и огнеупорной глины комбината.

Доменная печь АО «Уральская Сталь» является одним из важнейших производственных объектов компании. Доменная печь выплавляет более 8 000 тонн чугуна (более 250 000 тонн в год), который используется в производстве стали на заводе.

Трансферкар представляет собой металлический бункер с наклонными стенками из стальных листов толщиной 10 мм. Бункер приваривается к затвору. Продольные стенки бункера должны располагаться под углом 75° к линии горизонта, а поперечные стенки – под углом 55°. Дно бункера должно иметь край (50° к горизонту).



1 – бункер; 2 – кабина; 3 – кабина; 4 – рама; 5 – два тяговых двигателя;  
6 – автосцепное устройство; 7 – порталы  
Рисунок 1 – Рудный трансферкар

Электродвигатель установлен в "системе подвески трамвая", где одна сторона двигателя опирается на тележку с помощью пружинной поперечины, а другая сторона опирается непосредственно на ось колеса с помощью подшипника вала двигателя.

Исходя из расчетов видно, что двигатель ДАТ-170 подходит по всем критериям, в таблице 1 указаны характеристики двигателя.

Таблица 1 – Технические характеристики двигателя ДАТ-170

Параметры, ед. измерения	Значения
1	2
Мощность, кВт	170
Напряжение линейное ном/мах, В	530
Ном. ток фазы, А	170
Мах. значение тока фазы, А	300
Частота вращения ротора ном/мах, об/мин	1290/3600
КПД, %	91,0
Масса, кг	840

Трехфазный асинхронный двигатель ДАТ-170 – это промышленный двигатель мощностью 170 кВт и скоростью вращения около 1290/3600 об/мин.

Он используется для привода электровозов, карьерных электровозов, электрического горного оборудования, электрических пассажирских локомотивов и электрических метрополитенов.

Исходя из рассчитанных параметров, мы выбрали трехфазный инвертор Vemper VR180 типа P250T4L. Он имеет герметичную конструкцию и защиту IP20.

Vemper VR180 может использоваться в различных областях, где требуется преобразователь. Это идеальный инвертор с оптимизацией затрат. Он отличается очень высокой производительностью и простотой эксплуатации.

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты Vemper VR180

Параметр	Значение
1	2
Nom. вых. активная мощность, $P_{\text{вых н}}$	200
Nom. вых./ вход. ток, $I_{\text{вых н}}$	450
Max/min выходной ток $I_{\text{вых max}}$	484
Nom. напряжение, $U_c$	600
Nom. частота, $f_c$	50,00
Число фаз на вых./ вход, $m$	3
Диапазон изменения выходной частоты, $f_{\text{min}} \dots f_{\text{max}}$	0,2...65
КПД в номинальном режиме, $\zeta$	0,970
Коэффициент мощности, $\cos\varphi$	0,940

Частотник позволяет регулировать частоту вращения двигателя в широком диапазоне, обеспечивает плавный пуск, позволяет регулировать скорость пуска и торможения, подключать трехфазный двигатель к однофазной сети и т.д. предназначения варьируются от модели к модели.

Система управления автоматизированным электроприводом, как правило, строится по принципу многоконтурных систем подчиненного регулирования.

В каждом контуре регулятор, включенный последовательно с объектом регулирования, обеспечивает оптимальный переходной процесс.

Количество контуров регулирования равно количеству регулируемых координат (ток, потокосцепление, скорость, положение). Синтез регуляторов сводится к получению в каждом контуре желаемого переходного процесса. Оптимизация многоконтурных систем обеспечивает регулирование в каждом контуре по быстродействию и точности.

При этом регулируемая координата не будет иметь зависимость от внешних (возмущающих) воздействий. При настройке контуров регулирования автоматизированных приводов используют модульный (или технический) и симметричный оптимум.

При установке крутящего момента 1259 Н·м (номинальное значение) максимальный крутящий момент достигает 1800 Н·м. При установке крутящего

момента 1259 Н·м (номинальное значение) максимальный крутящий момент достигает 1800 Н·м.

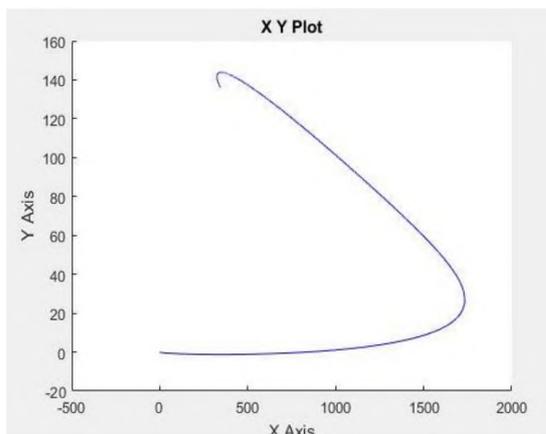


Рисунок 3 – Динамическая механическая характеристика

Скорость работает при максимально указанном значении: при напряжении 10 В расчетная номинальная скорость составляет 135 рад/с. Значения крутящего момента предоставлены двигателем:  $M_{\text{ном}} = 1259$  Н·м,  $M_{\text{кр}} = 2643$  Н·м. Также видно, что пусковой момент составляет приблизительно 1500 Н·м, что соответствует соотношению  $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}} = 1,42$ . Это значение ниже, чем первоначальное соотношение 1,8.

При номинальной нагрузке  $M_{\text{ном}} = 500$  Н·м значение тока также поддерживается на уровне 170 А.

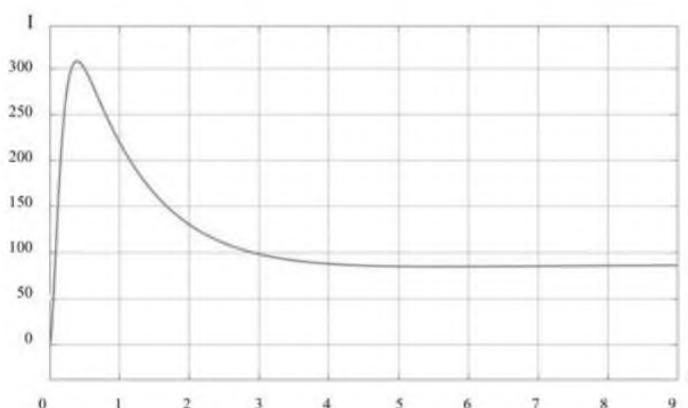


Рисунок 4 – Переходный процесс тока при приложении нагрузки

Поскольку входной ток составляет 315 А, отношение входного тока к номинальному току составляет 1,8, что ниже.

Основные экономические показатели АО «Уральская Сталь» показывает, что оборот снизился на 9,15 % в 2020 году по сравнению с 2019 годом, но увеличился на 47,72 % в 2021 году по сравнению с 2020 годом. В то же время себестоимость продаж снизилась на 20,97 % в 2020 году и увеличилась на 42,12 % в 2021 году. Глядя на чистую прибыль, можно сказать, что в 2019 и 2020 годах компания работала в убыток, но в 2021 году значение было положительным почти на 12 миллионов рублей.

В связи, с неудовлетворительными результатами, которые показал анализ основных экономических показателей, мы делаем вывод, что предприятию требуется модернизация и предлагаем провести модернизацию трансферкара ДЦ АО «Уральская Сталь».

Расчёт структуры происходит через деление определенной калькуляционной статьи на полную себестоимость. Например, определение доли материальных затрат в общей структуре себестоимости происходит следующим образом:

$$\text{Уд.вес}_{\text{м.з.}} = \frac{\text{Затраты на сырые материалы}}{\text{Полная себестоимость}} \cdot 100\%.$$

Результаты расчётов по основным статьям занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Структура себестоимости

Статья калькуляции	Сумма, руб.	%
1	2	3
Сырье и основные материалы	11193,46	56,53
Вспомогательные материалы на технологические нужды	215,44	1,09
Энергия на технологические нужды	925,64	4,67
Топливо	7192,3	36,32
Расходы на содержание и обслуживание оборудования	170,1	0,86
Затраты на оплату труда	53,57	0,27
Прочие расходы	50,68	0,26
<b>ВСЕГО</b>	<b>19801,19</b>	<b>100,000</b>



Рисунок 5 – Структура базовой стоимости 1 т. чугуна

По диаграмме структуры себестоимости видно, что расходы на содержание и обслуживание оборудования составляют 0,86 %. Это обусловлено

тем, что в связи с износом старого оборудования большие затраты уходят на внеплановые ремонты.

Время возврата денег, используемых для модернизации, составляет около 2 лет и 8 месяцев, расходы для осуществления проекта значительны, но как было ранее сказано при модернизации трансферкара сокращаются расходы на электроэнергию, ремонтные работы, что в свою очередь выгодно для предприятия.

В результате замены двигателя и частотного преобразователя экономические показатели предприятия улучшились и достигли снижения затрат для изготовления одной единицы продукции на 12,986 рублей.

Как мы видим, благодаря реализации проекта финансовое положение компании улучшится, следовательно, данная модернизация может быть предложена АО «Уральская сталь».

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

### **Модернизация электропривода горизонтально-расточного станка Н100А в условиях ООО «Ремонтно-механический завод»**

**Абельянц У.В., студентка группы БЭЭ-18**

В данном проекте сформированы методы частичной модернизации горизонтально-расточного станка Н100А с помощью замены устаревшей системы «Релейно-контакторного» управления на систему «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель». Разработка данного проекта выполнялась в условиях ООО «Ремонтно-механический завод» с целью улучшения динамических и статических характеристик электропривода вследствие чего улучшить экономические и технические показатели предприятия. В разработке мероприятий данного проекта были выполнены следующие задачи: произведен расчет мощности электропривода; выбрано дополнительное электрооборудование; произведен расчет технико-экономических показателей системы электропривода и оценка эффективности внедренного оборудования.

Результаты расчетов подтвердили, что идея по модернизации электропривода подтвердила поставленные задачи и получит желаемый результат.

На протяжении нескольких десятилетий многие предприятия занимаются модернизацией устаревших станков, осуществляя свои цели с помощью повышения технических характеристик и улучшения функциональности. Эта тенденция сформировалась благодаря достижению в развитии оборудования: двигателей плавного и точного регулирования скорости; систем ЧПУ; микропроцессорных преобразователей частоты.

В настоящее время, повышение не только производительности, но и качества деталей играет важную роль в станкостроении.

Целью работы является модернизация недочетов имеющегося электропривода для повышения качества производимых изделий.

С практической стороны данная работа построена для модернизации горизонтально-расточных станков, которые применяются в мелкосерийном и серийном производстве.

Новотроицкий «Ремонтно-механический завод» не так давно начал свое формирование в отраслях ремонта оборудования и металлообработки.

За короткий срок предприятию удалось установить партнерство как с компаниями малого и среднего бизнеса, так с государственными предприятиями. Можно отметить, что ООО «Ремонтно-механический завод» сотрудничает более чем пятнадцати регионах Российской Федерации и странах СНГ.

При эксплуатации оборудования происходит износ не только его элементов, но и всей конструкции. Физический износ подразумевает собой неисправность деталей, узлов и агрегатов оборудования, вследствие чего меняются параметры работы металлообрабатывающего оборудования и ухудшается стабильность ее работы. Поэтому данное предприятие специализируется не только на модернизации, но и производит капитальный ремонт станков.

Главной целью электропривода является исполнения требования технологических характеристик станка.

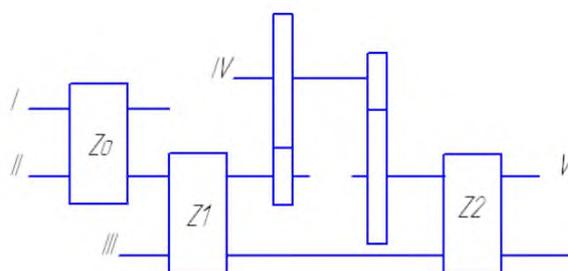


Рисунок 1 – Кинематическая схема станка

В кинематику станка входит: электродвигатель, передаточный механизм, рабочий орган.

Рассчитывая параметры главного привода, было выбрано сверло диаметром 100 мм.

Рассчитаны параметры при черновой и чистовой обработки отверстия. Это было предпринято для того, чтобы объективно оценить параметры мощности оборудования, так как при черновой обработки нагрузка максимальна, а при чистовой минимальна.

Передаточным механизмом выступает зубчатая передача и коробка скоростей. Это обеспечивает взаимодействие скорости вращения вала и шпинделя.

После необходимых расчётов была выведена эквивалентная мощность:

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{P_{\text{дв1}}^2 \cdot \frac{t_{\text{м1}}}{2} + P_{\text{ст01}}^2 \cdot t_1 + P_{\text{дв2}}^2 \cdot \frac{t_{\text{м2}}}{2} + P_{\text{ст02}}^2 \cdot t_2}{\frac{t_{\text{м2}}}{2} + t_1 + \frac{t_{\text{м2}}}{2} + t_2}}$$

где  $t_1, t_2$  – время, отведенное для выхода стружки, охлаждения и извлечения сверла.

$$P_{\text{экв}} = \sqrt{\frac{6,13^2 \cdot 3,24 + 0,66^2 \cdot 0,33 + 6,8^2 \cdot 0,33 + 0,66^2 \cdot 0,33}{3,24 + 0,33 + 3,24 + 0,33}} = 5,84 \text{ кВт}.$$

Опираясь на данную формулу был выбран двигатель по соотношению:

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{расч}}$$

По техническим данным станка был выбран двигатель Siemens G120C типа 6SL3210-1KE21-7.

Таблица 1 – Техническая характеристика двигателя Siemens 1LA7163-6AA

Наименование и единица измерения	Знач.
Номинальная мощность, $P_{\text{ном}}$ , кВт	7,5
Номинальное напряжение сети, $U_{\text{л}}$ , В	380
Номинальный ток статора, $I_{\text{н}}$ , А	17,0
Номинальная частота питающей сети, $f_{\text{с}}$ , Гц	50
Синхронная частота вращения, $n_0$ , об/мин	960
Отношение $M_{\text{кр}}/M_{\text{ном}}$	2,1
КПД, $\eta_{\text{ном}}$ , %	86
Коэффициент мощности, $\cos\varphi_{\text{ном}}$	0,74
Момент инерции, $J$ , кг·м <sup>2</sup>	0,041
Число полюсов	6

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты Siemens G120C типа 6SL3210-1KE21-7

Наименование и единица измерения	Величина
Мощность, $P_{\text{ном.инв}}$ , кВт	7,5
Выходной ток, $I_{\text{ном.инв}}$ , А	17,0
Линейный ток нагрузки, $I_{\text{л}}$ , А	16,5
Ток максимальный, $I_{\text{инв.мах}}$ , А	17,5
Напряжение питания сети, $U_{\text{пит}}$ , В	380-480
Частота питающей сети, $f_{\text{с}}$ , Гц	50/60
Выходная частота, $f_{\text{вых}}$ , Гц	0-599
Выходное напряжение, $U_{\text{вых}}$ , В	0- $U_{\text{пит}}$

САУ электроприводом, как правило, строится по принципу многоконтурных систем подчиненного регулирования. В каждом контуре регулятор, включенный последовательно с объектом регулирования, обеспечивает оптимальный переходной процесс. Количество контуров регулирования равно количеству регулируемых координат (ток, потокосцепление, скорость, положение). Синтез регуляторов сводится к получению в каждом контуре желаемого переходного процесса. Оптимизация многоконтурных систем обеспечивает регулирование в каждом контуре по быстрдействию и точности.

Данные частотного преобразователя: коэффициент передачи частотного преобразователя  $K_{\text{чп}} = 22$ ; постоянная времени  $T_{\text{чп}} = 0,001$  с.

Контур регулирования тока предпочтительно настраивать на модульный оптимум с перерегулированием.

В качестве регулятора выбран ПИ регулятор. Для настройки был использован блок Discrete PID Controller в программе Matlab. Вид передаточной функции цифрового регулятора:

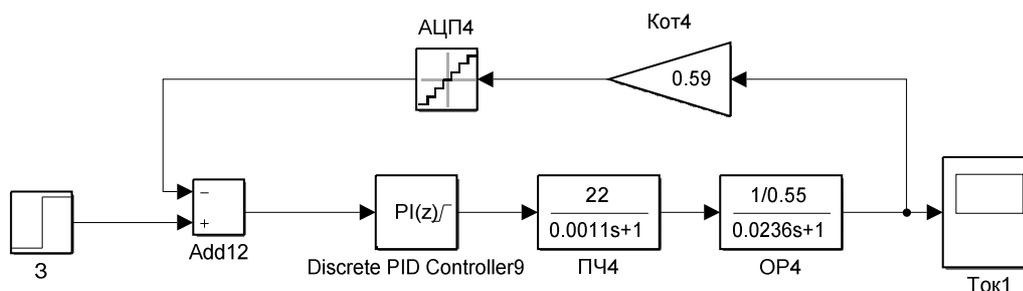


Рисунок 2 – Замкнутый контур регулирования тока

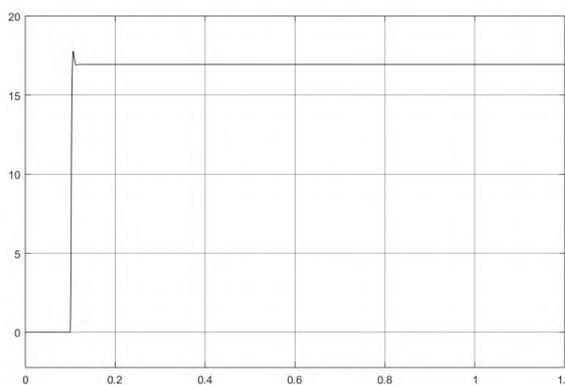


Рисунок 3 – Переходный процесс тока

В данной системе перерегулирование не должно превышать 10 %. Перерегулирование находится по формуле:

$$\sigma_k = \frac{y_m - y_y}{y_y} \cdot 100\%,$$

$$\sigma_k = \frac{17,6-16,9}{16,9} \cdot 100\% = 2,9 \%$$

Так как показатель перерегулирования составил 2,9 %, то можно отметить, что параметры для регулятора рассчитаны верно.

На рисунке представлен рассчитанный внешний контур регулирования.

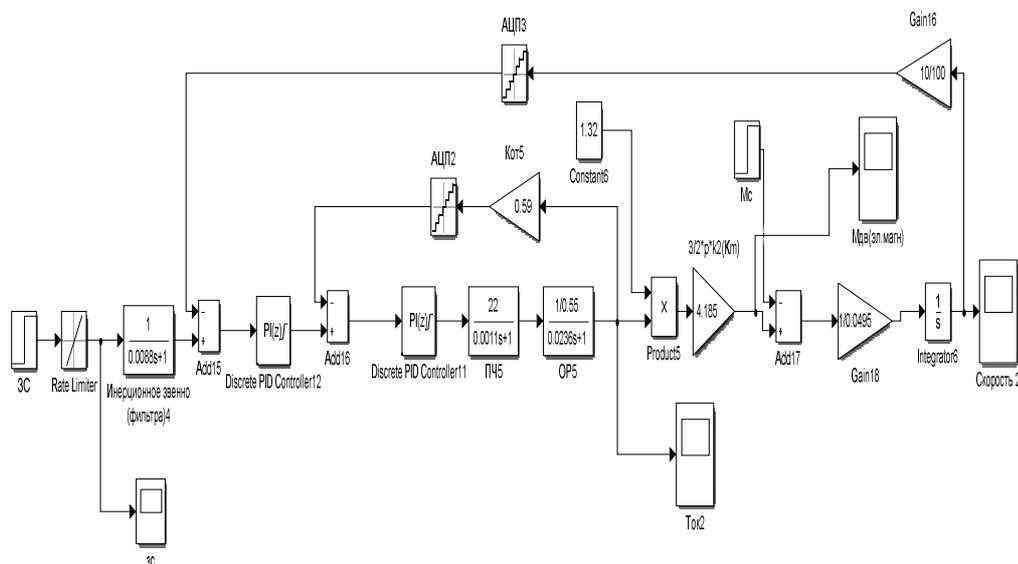


Рисунок 4 – Контур регулирования скорости с подчиненным контуром регулирования тока

Главным показателем станочного электропривода высокая точность выполнения задания по скорости.

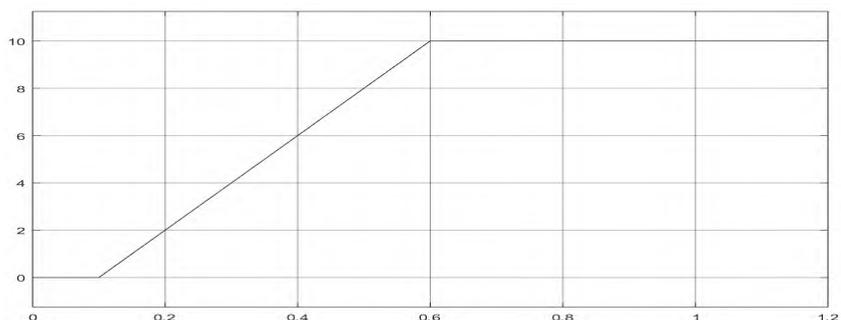


Рисунок 5 – График задания на скорость

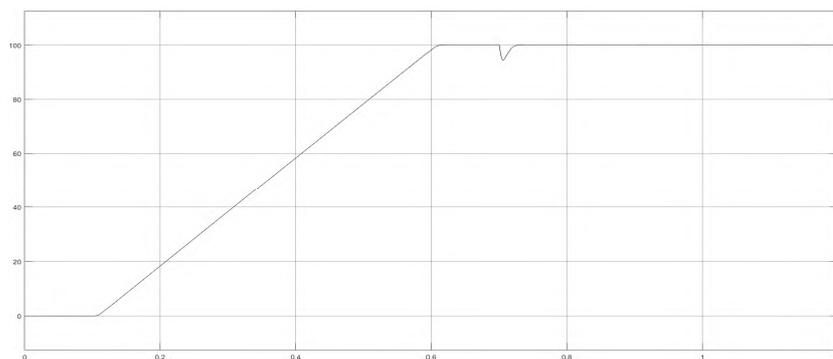


Рисунок 6 – Переходной процесс скорости

Поэтому график переходного процесса скорости повторяет угол графика задания на скорость.

Как видно по рисунку 5, перерегулирование составило 43 %, время достижения первого максимум 1,45 с, время переходного процесса 2,5 с, ошибкой регулирования 0. Контур скорости менее быстродействующий, чем контур тока, а при условии больших постоянных времени, переходный процесс затягивается. Однако контур имеет высокую точность.

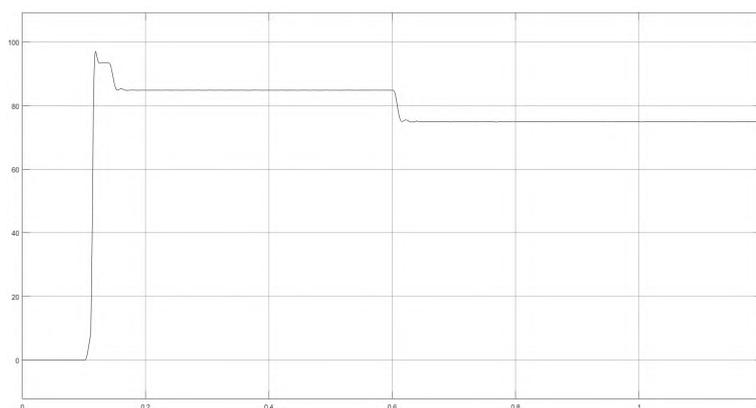


Рисунок 7 – Результат цифрового моделирования момента

При подаче нагрузки достигается наибольший момент равный 97,2 Н·м, что не превышает рассчитанный выше критический момент  $M_{кр} = 217,03$  Н·м

Расчёт структуры происходит через деление определенной калькуляционной статьи на полную себестоимость. Например, определение доли материальных затрат в общей структуре себестоимости происходит следующим образом:

$$\text{Уд.вес}_{\text{м.з.}} = \frac{\text{Затраты на сырые материалы}}{\text{Полная себестоимость}} \cdot 100\%.$$

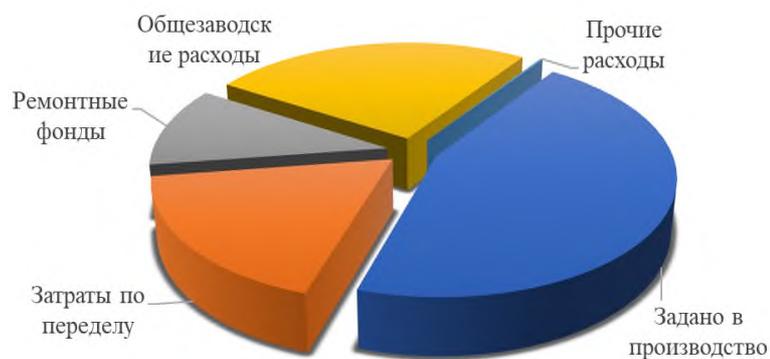


Рисунок 8 – Структура базовой себестоимости 1 т. продукции

По диаграмме структуры себестоимости видно, что ремонтные фонды составляют 0,01 % полной себестоимости и 0,08 % затрат по переделу. Это обусловлено тем, что в связи с износом старого оборудования большие затраты уходят на внеплановые ремонты.

Смена на реализацию модернизации будет потрачено примерно 202 тысяч рублей. Срок окупаемости не превышает 1 года.

В результате замены электродвигателя и частотного преобразователя экономические показатели предприятия улучшились и достигли следующих значений:

- валовая прибыль увеличилась на 206,85 тыс. руб.;
- капитальные вложения в размере 202 961 руб., окупятся за 11 месяцев.

В результате внедрения данного проекта видно существенное улучшение экономической ситуации на предприятии, поэтому данный проект может быть рекомендован к внедрению на ООО «Ремонтно-механический завод».

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

### **Модернизация электропривода загрузочного устройства доменной печи в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Ахметулы Н., студент группы БЭЭ-18**

Данная выпускная квалификационная работа посвящена модернизация электропривода часть загрузочного устройства АО «Уральская сталь».

Целью данной работы является: модернизация загрузочного устройства в ДЦ АО «Уральская Сталь», а именно, выбор более новых и надежных компонентов привода, расчет и обоснование целесообразности нововведения.

Это важно, поскольку существующее оборудование не соответствует современности, и его замена на более новое, автоматизированное оборудование повысит надежность и эффективность электрических силовых установок трансферкара.

В работе использованы теория электрических операций, теория управления асинхронными двигателями, а также методы математического и численного моделирования.

Доменный цех – один из важнейших цехов «Уральской Стали». Расплавленное железо в этом цехе используется для производства стали, которая идет на изготовление проката, тем самым завершая металлургический цикл завода. Производство чугуна состоит из двух основных этапов: подготовка материалов для плавки в доменной печи, и сама плавка чугуна в доменном цехе. Состав продукта и качество чугуна в значительной степени определяют технологический процесс в цехах последующей обработки.

Доменная печь представляет собой закрытую систему, в которой материалы, содержащие железо, добавки (шлак, например, известняк) и восстановители (например, кокс), непрерывно подаются из верхней части шахты доменной печи через систему заполнения, которая препятствует выходу доменного газа (ДГ).

Загрузочное устройство для доменной печи имеет такую конструкцию, чтобы быть легче, меньше по габаритам и дешевле, чем известные устройства. Оно также более надежно и требует значительно меньшего обслуживания, а также позволяет регулировать распределение шихты. Устройство включает в себя вращающийся лоток, расположенный в доменной печи и подвешенный на трубчатом валу. На носик имеет носовую часть, которая ориентируется в вертикальной плоскости и имеет приводной стержень, который крепится с помощью уплотненным шарниром, проходящим через вал. Привод и направляющие устройства для этого узла расположены снаружи доменной печи. Заряд подается к устройству двумя бункерами, имеющими вертикальную ось, чтобы уменьшить риск чрезмерного уплотнения или застревания шихты в области разгрузочных бункеров, управляемых заслонкой или подобным механизмом.

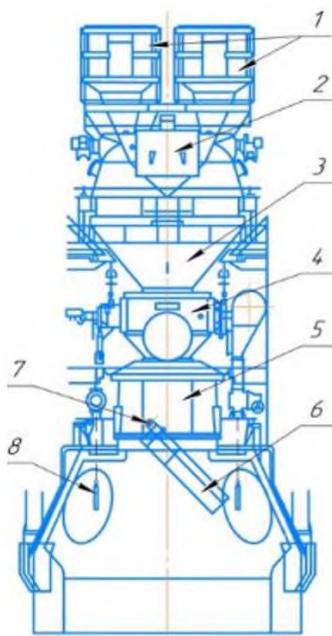


Рисунок 1 – Общий вид бесконусного загрузочного устройства

Исходя из расчетов, видим, что двигатель Simotics GP 1LE1002-1CB2 подходит по всем критериям, в таблице 1 указаны характеристики двигателя.

Таблица 1 – Технические характеристики двигателя ДАТ-170

Параметры, ед. измерения	Значения
1	2
Мощность, кВт	7,5
Напряжение линейное ном/мах, В	380
Ном. ток фазы, А	15,2
Мах. значение тока фазы, А	94,24
Частота вращения ротора ном/мах, об/мин	1470
КПД, %	81,0
Масса, кг	49

Трехфазный асинхронный двигатель Simotics GP 1LE1002-1CB2 – это промышленный двигатель мощностью 7,5 кВт и скоростью вращения около 1470 об/мин.

С современными электроприводами есть ряд возможностей для значительной экономии при их эксплуатации. Благодаря эффективным двигателям, подходящим инверторам и современным приложениям ПоТ использование ресурсов станет более эффективным, а затраты на электрический цикл могут быть сокращены.

Исходя из рассчитанных параметров, мы выбрали трехфазный инвертор Siemens G120 типа 63L3224-0BE31. Он имеет герметичную конструкцию и защиту IP20 и силовую модуль PM240-2.

Siemens G120 может использоваться в различных областях, где требуется преобразователь. Это идеальный инвертор с оптимизацией затрат. Он отличается очень высокой производительностью и простотой эксплуатации.

Линейные реакторы сглаживают ток, потребляемый преобразователем, и таким образом уменьшают гармонические составляющие в токе линии.

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты 63L3224-0BE31

Параметр	Значение
1	2
Ном. вых. активная мощность, $P_{\text{вых н}}$	18,5
Ном. вых./ вход. ток, $I_{\text{вых н}}$	38
Мах/мин выходной ток $I_{\text{вых мах}}$	64
Ном. напряжение, $U_c$	380
Ном. частота, $f_c$	50
Число фаз на вых./ вход, $m$	3
Диапазон изменения выходной частоты, $f_{\text{min}} \dots f_{\text{max}}$	0,2...65
КПД в номинальном режиме, $\eta_{\text{пч}}$	0,970
Коэффициент мощности, $\cos\varphi$	0,98

Благодаря уменьшения гармоник тока, тепловая нагрузка на силовых компонентах выпрямителя и конденсаторов звена постоянного тока, а также уменьшается влияние гармоник на электросеть.

Частотник позволяет регулировать частоту вращения двигателя в широком диапазоне, обеспечивает плавный пуск, позволяет регулировать скорость пуска и торможения, подключать трехфазный двигатель к однофазной сети и т.д. предназначения варьируются от модели к модели.

Система управления автоматизированным электроприводом, как правило, строится по принципу многоконтурных систем подчиненного регулирования. В каждом контуре регулятор, включенный последовательно с объектом регулирования, обеспечивает оптимальный переходной процесс.

Количество контуров регулирования равно количеству регулируемых координат (ток, потокосцепление, скорость, положение). Синтез регуляторов сводится к получению в каждом контуре желаемого переходного процесса. Оптимизация многоконтурных систем обеспечивает регулирование в каждом контуре по быстродействию и точности.

При этом регулируемая координата не будет иметь зависимость от внешних (возмущающих) воздействий. При настройке контуров регулирования автоматизированных приводов используют модульный (или технический) и симметричный оптимум.

Целью цифрового синтеза является определения типа и вида регуляторов с целью обеспечения желаемых динамических показателей электропривода.

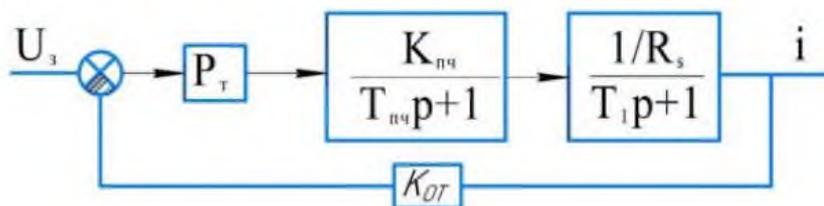


Рисунок 1 – Структурная схема контура тока

Контур регулирования тока предпочтительно настраивать на модульный оптимум с перерегулированием 4,3 %. В качестве регулятора выбран ПИ регулятор. Для настройки был использован блок Discrete PID Controller в программе Matlab. Вид передаточной функции цифрового регулятора:

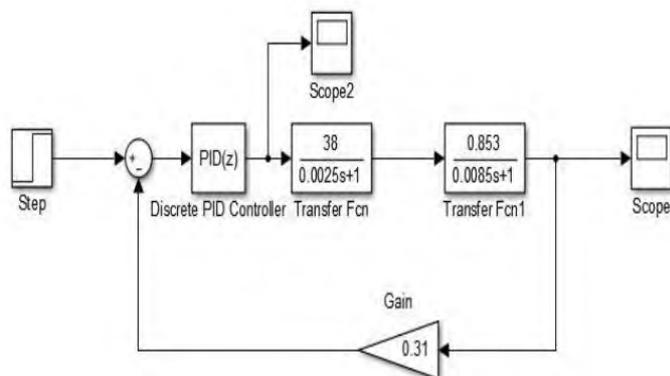


Рисунок 2 – Замкнутый контур регулирования тока

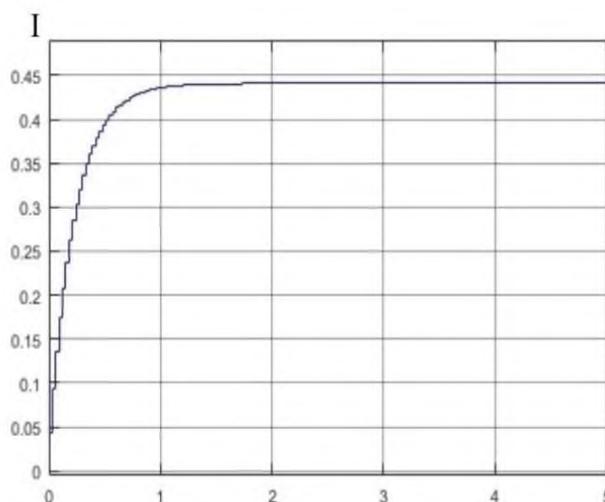


Рисунок 3 – Переходный процесс цифрового регулятора тока

Перерегулирование составило 6,4 %, время первого максимума 1,2 с, время нарастания 0,8 с, время переходного процесса 2 с, ошибкой регулирования 0. Данные параметры являются близкими к настройке на МО. Достаточно большое время переходного процесса объясняется большим значением электромагнитной постоянной времени.

Основные экономические показатели АО «Уральская Сталь» показывает, что оборот снизился на 9,15 % в 2020 году по сравнению с 2019 годом, но увеличился на 47,72 % в 2021 году по сравнению с 2020 годом. В то же время себестоимость продаж снизилась на 20,97 % в 2020 году и увеличилась на 42,12 % в 2021 году. Глядя на чистую прибыль, можно сказать, что в 2019 и 2020 годах компания работала в убыток, но в 2021 году значение было положительным почти на 12 миллионов рублей.

В связи, с неудовлетворительными результатами, которые показал анализ основных экономических показателей, мы делаем вывод, что предприятию требуется модернизация и предлагаем провести модернизацию трансферкара ДЦ АО «Уральская Сталь».

Расчёт структуры происходит через деление определенной калькуляционной статьи на полную себестоимость. Например, определение

доли материальных затрат в общей структуре себестоимости происходит следующим образом:

$$\text{Уд.вес}_{\text{м.з.}} = \frac{\text{Затраты на сырые материалы}}{\text{Полная себестоимость}} \cdot 100\%.$$

Результаты расчётов по основным статьям занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Структура себестоимости

Статья калькуляции	Сумма, руб.	%
1	2	3
Сырье и основные материалы	11193,46	56,53
Вспомогательные материалы на технологические нужды	215,44	1,09
Энергия на технологические нужды	925,64	4,67
Топливо	7192,3	36,32
Расходы на содержание и обслуживание оборудования	170,1	0,86
Затраты на оплату труда	53,57	0,27
Прочие расходы	50,68	0,26
<b>ВСЕГО</b>	<b>19801,19</b>	<b>100,000</b>



Рисунок 4 – Структура базовой стоимости 1 т. чугуна

По диаграмме структуры себестоимости видно, что расходы на содержание и обслуживание оборудования составляют 0,86 %. Это обусловлено тем, что в связи с износом старого оборудования большие затраты уходят на внеплановые ремонты.

Время возврата денег, используемых для модернизации, составляет около 1 лет и 6 месяцев, расходы для осуществления проекта значительны, но как было ранее сказано при модернизации трансферкара сокращаются расходы на электроэнергию, ремонтные работы, что в свою очередь выгодно для предприятия.

В результате замены двигателя и частотного преобразователя экономические показатели предприятия улучшились и достигли снижения затрат для изготовления одной единицы продукции на 12,917 рублей.

Как мы видим, благодаря реализации проекта финансовое положение компании улучшится, следовательно, данная модернизация может быть предложена АО «Уральская Сталь».

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

### **Модернизация электропривода сгустителя в условиях «ERG СР Донской ГОК»**

**Галуша Д.Д., студент группы БЭЭ-18**

В первом разделе ВКР был осуществлен расчет потребляемой сгустителем мощности с целью выбора электродвигателя. При выборе главного электропривода, был проведен расчет статистических и динамических моментов, в результате выбран асинхронный двигатель компании АВВ типа М3АА 160М мощностью 7,5 кВт. Помимо двигателя был выбран редуктор BREVINI с передаточным числом 177 и преобразователь частоты АВВ ACS350-03х-15А64.

Во втором разделе ВКР был осуществлен синтез и оптимизация системы автоматического регулирования скорости электропривода сгустителя. В среде визуального моделирования Simulink была создана имитационная модель векторной САР скорости с тем, чтобы получить численный расчет работы электропривода и оценить степень соответствия его техническому заданию.

В третьем разделе ВКР был проведен технико-экономический анализ проекта модернизации сгустителя. В результате расчетов было показано, что реализация данного проекта целесообразна и приведет к улучшению финансовых показателей предприятия.

Модернизация электропривода горно-обогачительного оборудования имеет большой потенциал, так как производственное оборудование очень энергоемкое. В силу этого в настоящее время очень важна роль современных систем автоматизированных электроприводов в части повышения энергоэффективности.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

### **Модернизация насосной станции оборотного водоснабжения предприятия ООО «Новотроицкий содовый завод»**

**Дацышин К.В., студент группы БЭЭ-18**

Насосом называют устройство, сообщающее энергию жидкости и обеспечивающее тем самым ее перемещение. Вместе с электроприводом и системой передач насос составляет турбоагрегат (насосный агрегат). Насосные

агрегаты, снабженные устройствами управления, в совокупности с системой трубопроводов называют насосными установками. Ключевыми параметрами, описывающими работу любого турбоагрегата, являются напор и подача. Подача насоса – объем жидкости, перекачиваемой единицу времени. Давление – это разность удельных энергий единицы объема жидкости на входе и выходе насоса. Современные насосные станции комплектуются преимущественно двумя самыми распространенными типами насосов: центробежными и осевыми. Центробежные насосы устроены по принципу центрифуги: внутри их корпуса, который имеет спиралевидную форму, расположено лопастное рабочее колесо, соединенные с приводным двигателем. Вода в рабочую область подается через всасывающий патрубок, а уходит через напорный патрубок. При приведении в движение рабочего колеса насоса вода внутри его корпуса начинает вращаться.

По расчетному мощности значению выбираем асинхронный электродвигатель типа АИР355L4 с короткозамкнутым ротором на 315 кВт. Двигатели этой серии отлично подходят для приводов компрессоров, насосов и вентиляторов и отличаются невысокой ценой и доступностью. Для выбранного двигателя подобран преобразователь частоты Schneider Electric Altivar 61 ATV61HC40Y Modbus и CANopen. Преобразователь данной модели поддерживает все основные способы управления асинхронными приводами: скалярное управление по различным вольт-частотным характеристикам, а также векторное управление.

Для электропривода насоса была взята система скалярного управления. Принцип скалярного управления довольно простой это поддержание постоянной величины  $U/f=\text{const}$  обеспечивает относительно неизменный магнитный поток в зазоре электрической машины. Для того чтобы увеличить точность регулирования скорости вращения в систему управления добавляют энкодер (датчик скорости). Это позволяет существенно усилить идеи метода, при этом частота и напряжение будут удерживаться на разных скоростях. Принцип скалярного управления подойдет для управления насоса. По расчетным коэффициентам была смоделирована схема скалярного управления скоростью в MATLAB Simulink, получены графики переходных процессов скорости без фильтра и с фильтром, также были построены статические и динамические характеристики. Разработана структурная схема САП скорости насоса. Таким образом, установка нового оборудования на насос повлечет экономическое состояние предприятия в лучшую сторону.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

## **Модернизация электропривода скребкового конвейера в условиях АО «Новотроицкий завод хромовых соединений»**

**Дикарева А.Д., студентка группы БЭЭ-18**

Использование конвейерных установок различного назначения широко применяется на большом количестве предприятий. В период развития современных технологий, автоматизация оборудования для улучшения показателей эффективности производственных процессов как никогда является приоритетной задачей. В ходе проекта произведен расчет силовой части электропривода, в результате которого был выбран и проверен на нагрев и перегрузку электродвигатель 4A132M4У3. Для управления электродвигателем выбран преобразователь частоты ESQ 760-4T0220G/0300P 2 концевых выключателя и светозвуковой оповещатель. Так же было выполнено моделирование, результаты которого показали, что электропривод работает корректно, а результаты переходных процессов соответствуют нормам. В результате технико-экономического расчета можно сказать о том, что срок окупаемости выходит меньше нормативного за счет экономии электроэнергии и затрат на ремонт оборудования. Подводя итог вышеперечисленного, расчетные результаты и экономическое обоснование позволяют сделать вывод о том, что модернизация электропривода скребкового транспортера вполне целесообразна и экономически оправдана.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

## **Модернизация электропривода загрузочного стола в условиях листопрокатного цеха АО «Уральская Сталь»**

**Жакасова А.С., студентка группы БЭЭ-18**

Данный дипломный проект посвящен изучению варианта замены электропривода постоянного тока на привод переменного тока. Сначала описывается организационно-производственная структура комбината и цеха, агрегата. Далее расчёты статических нагрузок и выбора двигателя, элементов силовой части. Производятся расчёты динамических и статических характеристик и построение график для проверки верности расчётов. Далее моделируется цифровой синтез контура тока и скорости. Потом расчёт затрат на модернизацию и сравнение изменений показателей цеха благодаря нововведению.

Одна из самых важных отраслей в российской промышленности – металлургия. Трудно представить себе, область современных технологий без использования продукции металлургической промышленности. Заключительная часть производства готовой продукции – прокат разного сортамента.

В данной работе рассматривается электропривод загрузочного стола.

Модернизация электропривода загрузочного стола заключается в замене двигателя постоянного тока с частотным регулированием, добавлением датчиков регулирования скоростей. На данный момент современные приводы переменного тока значительно превосходят приводы постоянного тока по большинству основных технических и экономических параметров, и даже лучше в некоторых динамических и статических приложениях. Для повышения производительности «Уральской Стали» модернизация существующих электроприводов грузовых столов была проведена ценой повышения требований к энергосбережению.

АО «Уральская Сталь» масштабное предприятие Южно-Уральского региона и занимает место в списке первенствующих металлургических комбинатов в стране. Комбинат находился долгое время под эгидой холдинга ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ». «Уральская Сталь» входила в состав «МЕТАЛЛОИНВЕСТ» с 2006 года. Суммарный объем инвестиций в развитие предприятия составил около 1,2 млрд долларов США.

На производстве АО «Уральская Сталь» в листопрокатном цехе через электросталеплавильное производство разливаются слябы, где они уже нагреваются в 4-х печах, на прокатке выпускаются листы, толщина составляет от 8 до 50 мм, ширина – 1500-2500 мм, длина – 5000-12000 мм.

Загрузчик слябов на рольганге подает слябы в нагревательные печи листопрокатного цеха №1 и располагается в зоне печей.

В структуру агрегата в розничную загрузку слябов входит: сталкиватель слябов со стола, загрузочный стол.

Загрузочная машина ориентирована для приема пачки слябов с дальнейшей выдачей поштучно слябов на загрузочный рольганг посредством сталкивателя слябов.

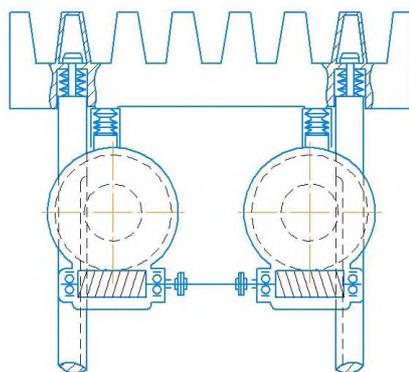


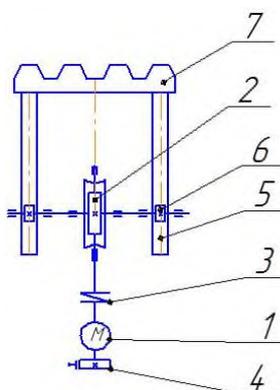
Рисунок 1 – Кинематическая схема загрузочного стола для слябов

Принцип работы заключается в следующем: исходное положение стола верхнее, слябы загружаются на стол пратцен-краном стопкой по 2-3 штуке в зависимости от размера. После того, как стопка слябов из трёх штук займёт своё место на столе, стол опускается на величину, равную, равную толщине двух слябов. Со стола на рольганг сталкиватель подает верхний сляб. Быстрота перемещения одной заготовки составляет 0,4 м/с. Уже после этого, ровно как

сляб расположится на своё отведенное местоположение на рольганг, сталкивается на высокой скорости реверсировавшийся на изначальное положение для последующего перемещения сляба. В то же самое время загрузочный стол с двумя слябами поднимается на величину, равную толщине сляба и так процесс повторяется. После сталкивания второго сляба стол снова поднимается на высоту равную толщине сляба. Сталкиватель подаёт последний сляб со стола на рольганг и возвращается в исходное положение, стол поднимается в верхнее положение под загрузку.

Рассматриваемый механизм, выполняет технологические операции при поступательном движении со скоростью  $v$  (м/с). Нагрузочная диаграмма механизма рассчитывается, исходя из заданной линейной скорости  $v$ , принятой величины линейного ускорения  $a$  (м/с<sup>2</sup>), статических  $F_c$  и  $F_{дин}$  сил.

Кинематическая схема привода подъёма стола представлена на рисунке 2.



1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3 – муфта; 4 – тормоз; 5 – рейка;  
6 – шестерня; 7 – платформа стола загрузочного стола.

Рисунок 2 – Кинематическая схема привода подъёма стола

Первоначальный выбор приводного двигателя основан на расчете статической энергии (мощности). Статическая энергия (мощность) состоит из:

- сила (мощность), необходимая для перемещения массы без учета нагрузки;
- сила (мощность), необходимая для поднятия или опускания массы.

$$\begin{aligned}
 \text{ПВ} &= \frac{t_p}{t_n} \cdot 100 \%, \\
 \text{ПВ} &= \frac{52,5}{375} \cdot 100\% = 18 \%.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Принять ПВ = 25 %

Определить среднеквадратичное значение силы за рабочее время:

$$F_{cp} = \sqrt{\frac{1}{t_p} \cdot \sum_{i=1}^m F_i^2 \cdot t_i},
 \tag{2}$$

где  $m$  – число рабочих участков в цикле.

$$F_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{1}{52,5} \cdot \sum_{i=1}^m 199470^2 \cdot 22,5 + 123442^2 \cdot 15 + 465016^2 \cdot 7,5 + 298593^2 \cdot 7,5} = 255,02 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

На основании эквивалентной силы и номинальной скорости рассчитывается эквивалентная мощность.

Для повторно-кратковременного режима:

$$P_{\text{э}}(\text{ПВ}) = F_{\text{э}} \cdot v_{\text{ном}},$$

$$P_{\text{э}}(\text{ПВ}) = 255,02 \cdot 0,04 = 10,2 \text{ кВт.} \quad (3)$$

Эквивалентная мощность повторно-кратковременного режима приводится к одному из ближайших значений ПВСТ (ПВСТ = 15 %, 25 %, 40 и 60 %) по формуле:

$$P_{\text{э}}(\text{ПВ}_{\text{ст}}) = P_{\text{э}}(\text{ПВ}) \sqrt{\frac{\text{ПВ}}{\text{ПВ}_{\text{ст}}}},$$

$$P_{\text{э}}(\text{ПВ}_{\text{ст}}) = 10,2 \cdot \sqrt{\frac{18}{25}} = 8,65 \text{ кВт.} \quad (4)$$

В связи с тем, что в нагрузочной диаграмме механизма не учтена инерционность еще не выбранного электродвигателя, расчётная мощность определяется с коэффициентом запаса  $k = 1,1-1,3$ .

$$P_{\text{расч}} = k_{\text{з}} \cdot P_{\text{э}},$$

$$P_{\text{расч}} = 1,3 \cdot 8,65 = 11,245 \text{ кВт.} \quad (5)$$

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{расч}} \quad (6)$$

Выбрать на номинальную мощность двигатель серии МТН 312-8 при ПВ = 25 %. МТН – асинхронный двигатель с фазным ротором можно установить в мостовые краны. Двигатель имеет довольно большую нагрузку на валу, но при этом доступно регулирования скорости и гарантирует плавный пуск.

Данный мотор предназначен для агрегатов, начиная со среднего до весьма тяжелых режимов.

САУ электроприводом, как правило, строится по принципу многоконтурных систем подчиненного регулирования. В каждом контуре регулятор, включенный последовательно с объектом регулирования, обеспечивает оптимальный переходной процесс. Количество контуров регулирования равно количеству регулируемых координат (ток, потокосцепление, скорость, положение). Синтез регуляторов сводится к получению в каждом контуре желаемого переходного процесса. Оптимизация

многоконтурных систем обеспечивает регулирование в каждом контуре по быстродействию и точности. При этом регулируемая координата не будет иметь зависимость от внешних (возмущающих) воздействий. При настройке контуров регулирования автоматизированных приводов используют модульный (или технический) и симметричный оптимум. Модульный оптимум используется для настройки контуров регулирования тока статора или якоря, контура потокосцепления асинхронного двигателя, контуров скорости и положения (при невысоких требованиях к точности).

Таблица 1 – Техническая характеристика двигателя МТН 312-8

Наименование и единица измерения	Знач.
Номинальная мощность, $P_{ном}$ , кВт	13
Номинальное напряжение сети, $U_{лн}$ , В	380
Номинальный ток статора, $I_{н}$ , А	34,7
Номинальная частота питающей сети, $f_c$ , Гц	50
Синхронная частота вращения, $n_0$ , об/мин	600
Отношение $M_{кр}/M_{ном}$	2,7
КПД, $\eta_{ном}$ , %	77
Коэффициент мощности, $\cos\varphi_{ном}$	0,74
Момент инерции, $J$ , кг·м <sup>2</sup>	0,31
Число полюсов	8

Таблица 2 – Техническая характеристика преобразователя частоты ATV 950 ATV950D18N4

Наименование и единица измерения	Величина
Мощность, $P_{ном.инв}$ , кВт	18,5
Выходной ток, $I_{ном.инв}$ , А	39,2
Линейный ток нагрузки, $I_{л}$ , А	33,4
Ток максимальный, $I_{инв.мах}$ , А	33,4
Напряжение питания сети, $U_{пит}$ , В	380-480
Частота питающей сети, $f_c$ , Гц	50/60
Выходная частота, $f_{вых}$ , Гц	0-599
Выходное напряжение, $U_{вых}$ , В	0- $U_{пит}$

Симметричный оптимум используется в двух вариантах с фильтром и без фильтра на входе при более высоких требованиях к точности системы

Данные частотного преобразователя: коэффициент передачи частотного преобразователя  $K_{чп} = 22$ ; постоянная времени  $T_{чп} = 0,001$  с.

Контур регулирования тока предпочтительно настраивать на модульный оптимум с перерегулированием.

В качестве регулятора выбран ПИ регулятор. Для настройки был использован блок Discrete PID Controller в программе Matlab. Вид передаточной функции цифрового регулятора:

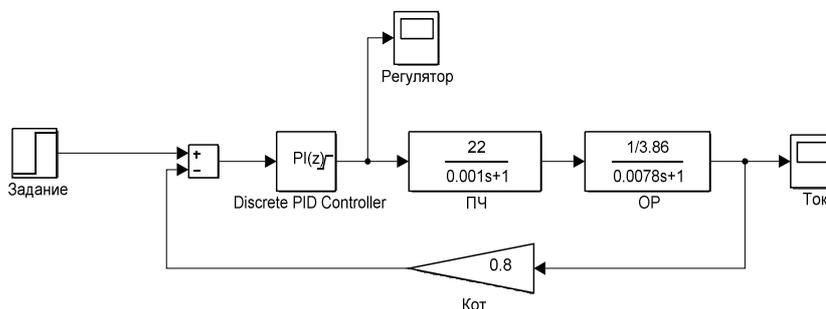


Рисунок 3 – Замкнутый контур регулирования тока

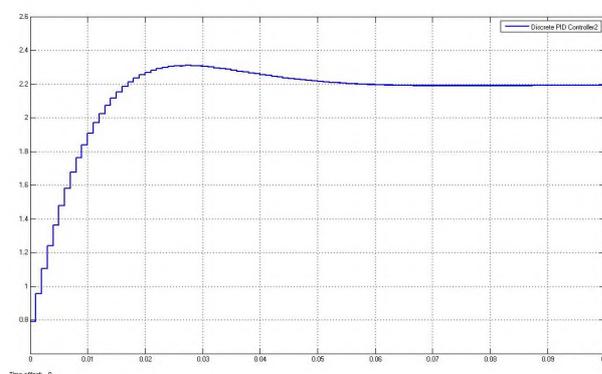


Рисунок 4 – Переходная функция цифрового ПИ регулятора тока

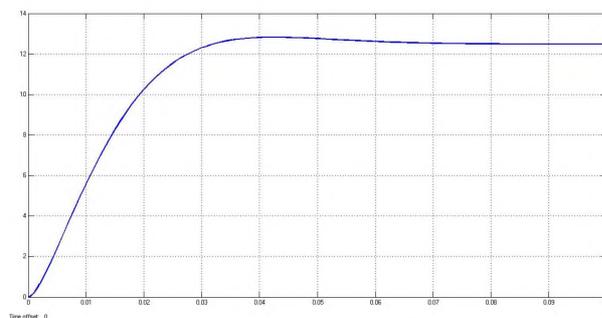


Рисунок 5 – Переходный процесс тока

Согласно рисунку 5 перерегулирование составило 4,3 %, время первого максимума 0,04 с, время нарастания 0,035 с, время переходного процесса 0,07 с, ошибкой регулирования 0. Данные параметры являются близкими к настройке на МО.

На рисунке 6 представлен рассчитанный внешний контур регулирования скорости с внутренним контуром тока.

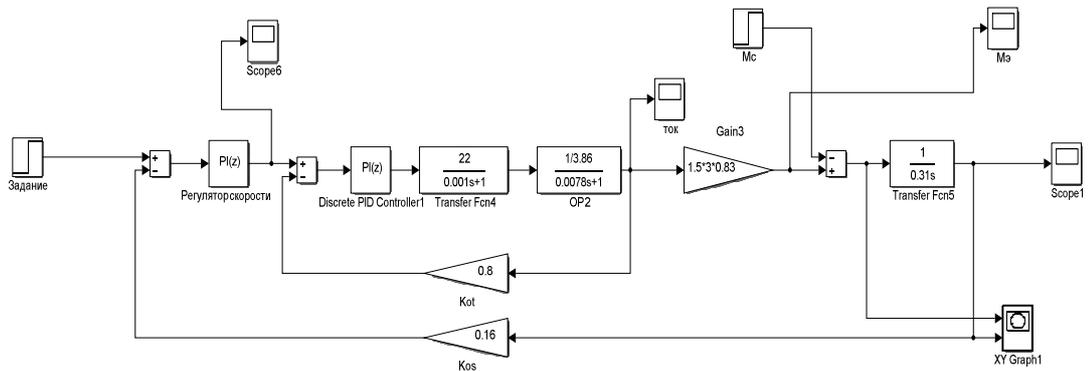


Рисунок 6 – Контур регулирования скорости с подчиненным контуром регулирования тока

Далее показана на рисунке 7 переходная функции цифрового регулятора скорости, видно, что функция задана с холостым ходом и стартовала со скачком, далее на 5 секунде также со скачком регулятор работает с заданными параметрами.

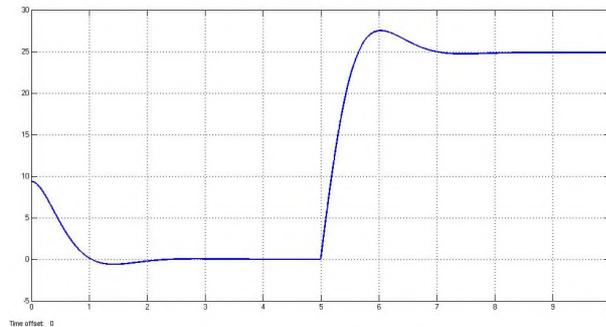


Рисунок 7 – Переходная функция цифрового регулятора скорости

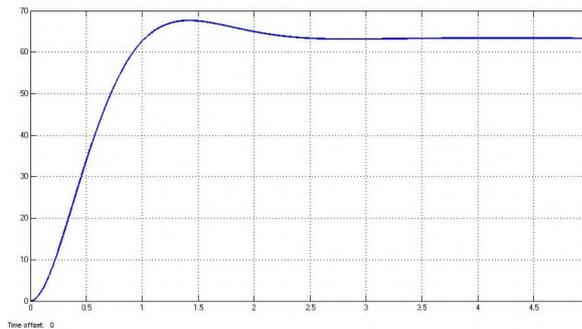


Рисунок 8 – Переходной процесс скорости

Как видно по рисунку 8, перерегулирование составило 43 %, время достижения первого максимум 1,45 с, время переходного процесса 2,5 с, ошибкой регулирования 0. Контур скорости менее быстродействующий, чем контур тока, а при условии больших постоянных времени, переходный процесс затягивается. Однако контур имеет высокую точность.

Динамическая механическая характеристика смоделирована со значением момента, показанного на рисунке 10.

Согласно рисунку 9 видно, что переходная функция протекает скачком, в отрицательное значение уходит при торможении и стабилизируется в нулевое значение – холостой ход. Далее под действием внешнего момента набирает обороты также скачком, но нормализуется.

Момент достигает значения 213,39 Н·м. Скорость обрабатывает согласно максимальному заданию: номинальная скорость вращения, рассчитанная на 10 В, составляет 60,92 рад/с.

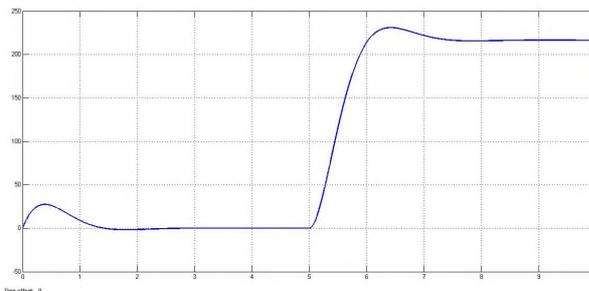


Рисунок 9 – Переходный процесс момента

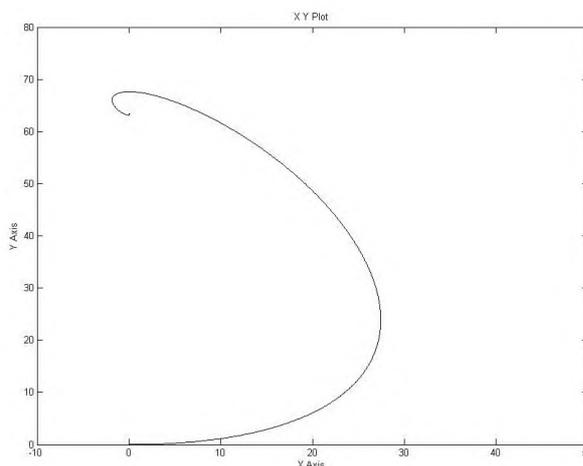


Рисунок 10 – Динамическая механическая характеристика

В динамической механической характеристике наблюдается процесс при холостом ходе без заданного момента. Далее будет показан переходный процесс тока при определенной нагрузке. На рисунке видно идеальный процесс без учета нагрузок

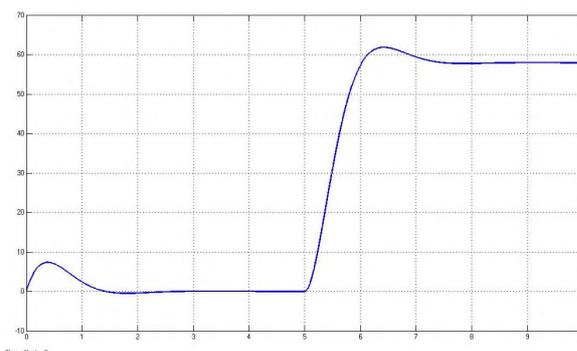


Рисунок 11 – Переходный процесс тока при приложении нагрузки

При приложении номинальной нагрузки  $M_{ном} = 213,39 \text{ Н}\cdot\text{м}$  ток держит значение в 58 А. Пусковой ток при этом составил 61,83А, тогда отношение пускового тока к номинальному 1,78, что не превышает исходные данные.

Расчёт структуры происходит через деление определенной калькуляционной статьи на полную себестоимость. Например, определение доли материальных затрат в общей структуре себестоимости происходит следующим образом:

$$\text{Уд.вес}_{м.з} = \frac{\text{Затраты на сырые материалы}}{\text{Полная себестоимость}} \cdot 100\%. \quad 7)$$

Результаты расчётов по основным статьям занесены в таблицу 3.

Таблица 3 – Структура себестоимости

Расходы	Значение	
	В руб.	В %
Задано в производство (с учётом брака, отходов)	30 494,08	0,81
Затраты по переделу	2 478,48	0,07
Ремонты	236,93	0,01
Вспомогательные материалы	16 591,2	0,44
Прочие расходы	220,98	0,01
Итого себестоимости	37 807,23	100,00

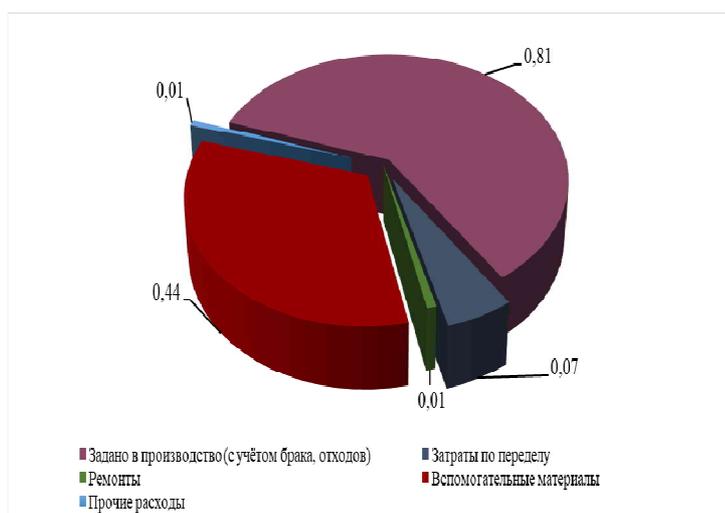


Рисунок 12 – Структура базовой себестоимости 1 т. продукции

По диаграмме структуры себестоимости видно, что ремонтные фонды составляют 0,01 % полной себестоимости и 0,08 % затрат по переделу. Это обусловлено тем, что в связи с износом старого оборудования большие затраты уходят на внеплановые ремонты.

Смена двигателя постоянного тока на двигатель переменного тока и установку преобразователя частоты будет потрачено примерно 560 тысяч рублей. Срок окупаемости не превышает 1 года.

В результате замены электродвигателя и частотного преобразователя экономические показатели предприятия улучшились и достигли следующих значений:

- себестоимость продукции снизилась на 22,23 руб.;
- валовая прибыль увеличилась на 6,61 млн. руб.;
- капитальные вложения в размере руб., окупятся за 1 месяц.

В результате внедрения данного проекта видно существенное улучшение экономической ситуации на предприятии, поэтому данный проект может быть рекомендован к внедрению на АО «Уральская Сталь».

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажериной Р.Е.

### **Модернизация привода подачи токарно-винтового станка в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Кирхмаер Н.А., студент группы БЭЭ-18**

Экономика – важнейшая часть страны, одним из условий ее развития считается высокоразвитый машиностроительный комплекс. Станкостроение занимает особое положение в машиностроении и металлообрабатывающей промышленности и обеспечивает внедрение достижений научно-технического прогресса в техническую сферу путем предоставления технических средств.

Токарные станки составляют значительную часть всего металлорежущего оборудования. Поэтому развитие токарного дела, в том числе совершенствование технических навыков и производительности труда, является первоочередной задачей экономики.

Эта проблема может быть решена за счет модернизации конструкции машины и ее различных узлов. Включая привода главного движения и подачи. Станки должны обеспечивать высокую производительность.

Механические цеха отличаются многономенклатурностью производимых деталей, выделяющей особую сложность организации производства и планирования процесса в цехах. Механический цех – это цех по производству стружки.

Выполняя большое количество технологических операций над деталью, что означает различные варианты последовательности выполнения операций и оказывает огромное влияние на организацию предприятия является особенностью изготовления этих деталей в механических цехах.

Большие задачи зависят от литейного производства. Примерно шестьдесят процентов деталей, непосредственно относятся для изготовления машин и механизмов, получают при помощи моделей, сделанных из дерева, в серийном производстве широко применяются металлические модели.

Изготовление различных моделей начинается с ознакомления с чертежом детали. Материалы изготавливаются из пенопласта, металла, а также дерева

должен обеспечить реализацию замысла конструктора при работе над деталью необходимой конфигурации и непосредственно качества.

В практике нередки случаи, когда модельщик должен знать теорию и технологию литейного производства, технологию обработки металла, машиностроительное черчение и т.д. Для работы в современных модельных цехах, нужны хорошо подготовленные рабочие, которые могут вносить свой вклад в повышение эффективности общественного производства.

В цехе находится участок, в котором обрабатывается металл, в нем преобладает группа различных токарных станков.

Такой перечень работ как обработка торцов, нарезка резьбы, сверление точение различных поверхностей, зенкерование может быть выполнен на токарных станках. Также в цехе есть фрезерные станки – это металлорежущие и деревообрабатывающие станка, которые отличаются видом обработки. С их помощью можно обрабатывать различные металлические заготовки, плоские поверхности, зубчатые колеса и т. п.

Фреза исполняет вращательное (основное) движение, а закрепленная на столе заготовка производит прямолинейное или криволинейное движение подачи, которое может управляться вручную или быть автоматизировано.

В заготовительном цехе работают пилы, которые совершают холодную резку для изготовления деталей. При холодном способе резки – к материалу применяется механическое воздействие, а режущий инструмент в этом случае должен иметь твердость больше, чем заготовка. В этом цехе производятся болты, зуборезы, гайки.

Для выполнения этих операций применяются сверла, развертки, метчики, зенкеры и прочие инструменты.

Под управлением электропривода подразумевается изменение частоты вращения, запуск, его остановка и реверсирование.

Плавное включение пусковых резисторов позволяет регулировать ток в нужном диапазоне, что гарантируется автоматическим пуском. Снижение ошибок запуска и повышение производительности так же зависят от этих показателей. Торможением и реверс аналогично.

Одним из основных недостатков короткозамкнутых двигателей является постоянная скорость вращения ротора двигателя независимая от нагрузки ее можно устранить частотным регулированием. Благодаря ПЧ можно регулировать частоту вращения в прямой корреляции с характером нагрузки. Применение нашей системы уберет сложные переходные процессы из электрической сети, что поспособствует более экономичной работе оборудования.

В настоящее время управление двигателем осуществляется через цепь контактора, который должен подавать на асинхронный двигатель напряжение и частоту, необходимые для запуска. Это осуществляется благодаря контактору. Если защита двигателя и размер контактора выбраны правильно, то контакторы работают правильно. Это широко используется на деле. Однако в промышленных приложениях он был заменен преобразователями частоты.

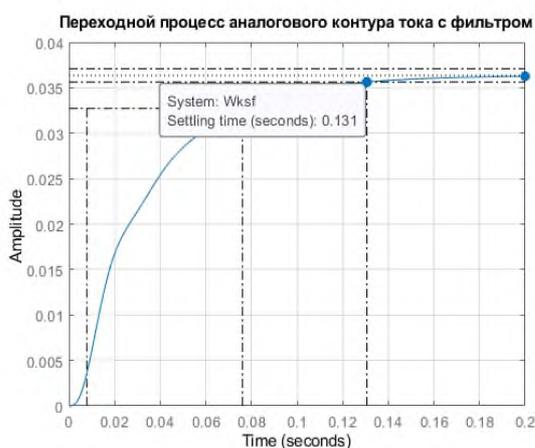
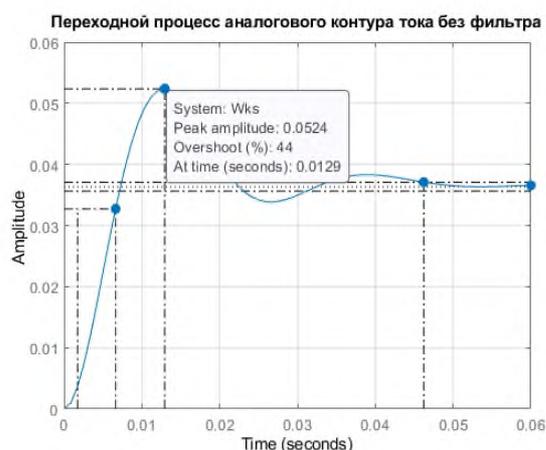
Система управления автоматизированным электроприводом, как правило, строится по принципу многоконтурных систем подчиненного регулирования. В каждом контуре регулятор, включенный последовательно с объектом регулирования, обеспечивает оптимальный переходной процесс.

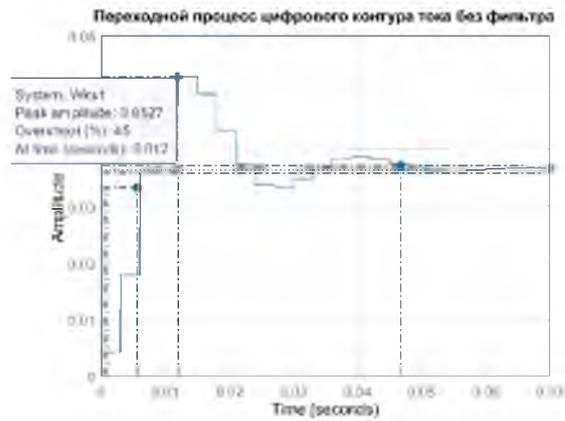
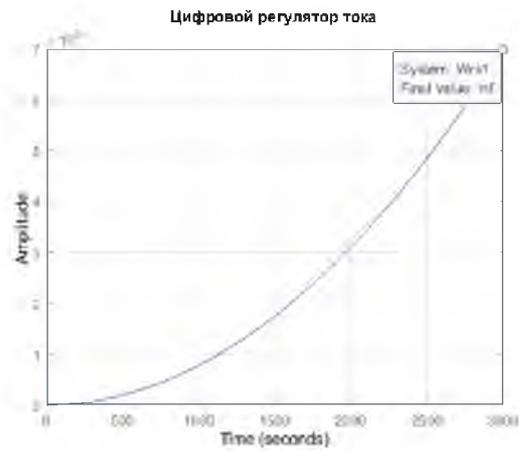
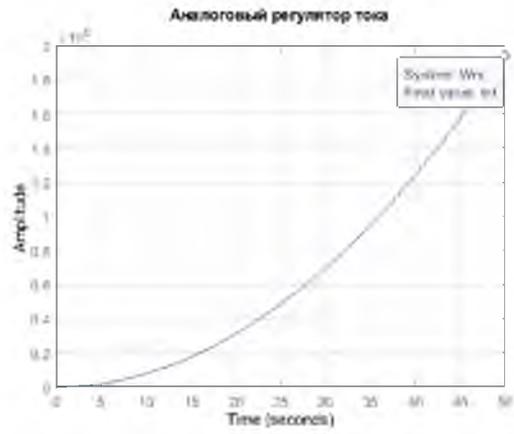
Количество контуров регулирования равно количеству регулируемых координат (ток, потокосцепление, скорость, положение). Синтез регуляторов сводится к получению в каждом контуре желаемого переходного процесса. Оптимизация многоконтурных систем обеспечивает регулирование в каждом контуре по быстродействию и точности.

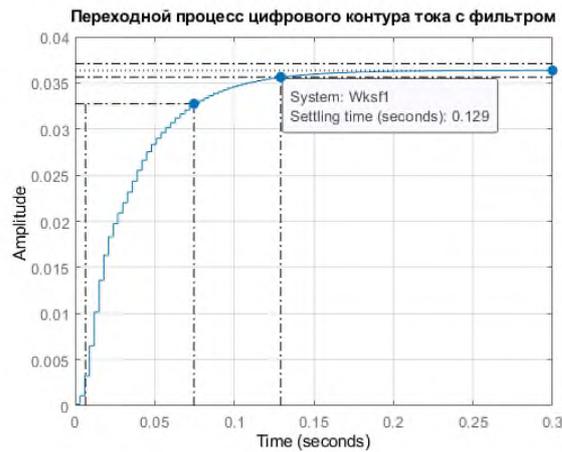
При этом регулируемая координата не будет иметь зависимость от внешних (возмущающих) воздействий. При настройке контуров регулирования автоматизированных приводов используют модульный (или технический) и симметричный оптимум.

Модульный оптимум используется для настройки контуров регулирования тока статора или якоря, контура потокосцепления асинхронного двигателя, контуров скорости и положения (при невысоких требованиях к точности). Симметричный оптимум используется в двух вариантах с фильтром и без фильтра на входе при более высоких требованиях к точности систем.

Цифровой синтез контура регулирования тока статора представлен на графиках ниже.

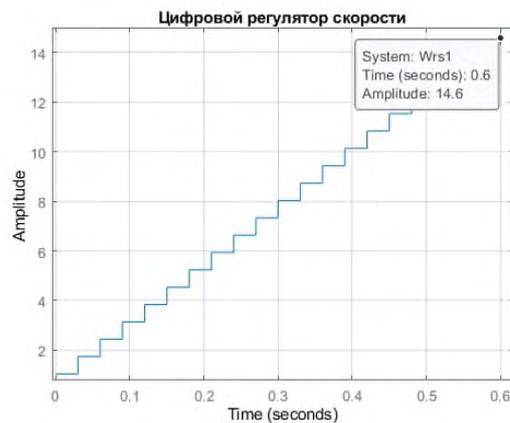
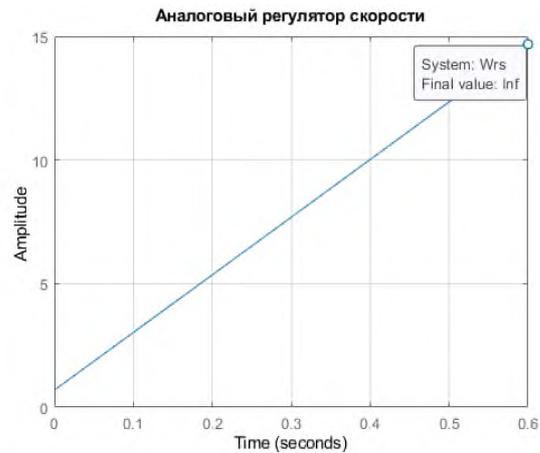






Контур регулирования тока – устойчив. По графикам видно, как протекает переходный процесс с фильтром и без фильтра. Показана пиковая амплитуда на каждом графике, перерегулирование и время переходного процесса. Анализ переходных процессов аналоговой и цифровой системы по виду, величине времени переходного процесса позволяет сделать вывод о правильности расчетов.

Цифровой синтез контура регулирования скорости представлен на графиках ниже.



Контур регулирования скорости – устойчив. По графикам видно, как протекает переходный процесс с фильтром и без фильтра. Показана пиковая амплитуда на каждом графике, перерегулирование и время переходного процесса.

Анализ переходных процессов аналоговой и цифровой системы по виду, величине времени переходного процесса позволяет сделать вывод о правильности расчетов.

Силовая часть электропривода является первой схемой, которую мы будем использовать.

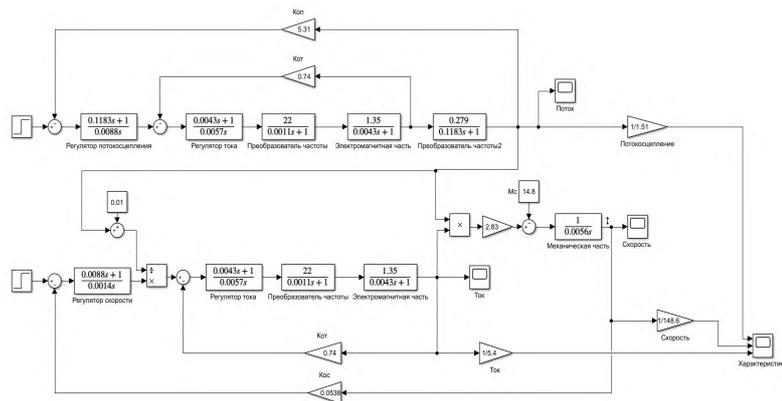
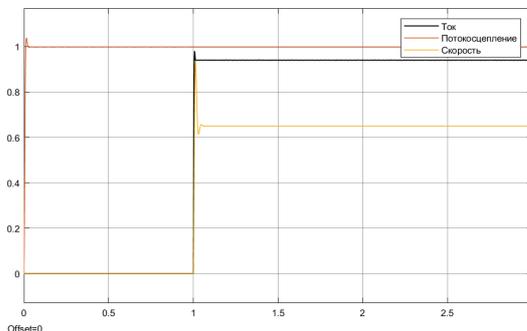
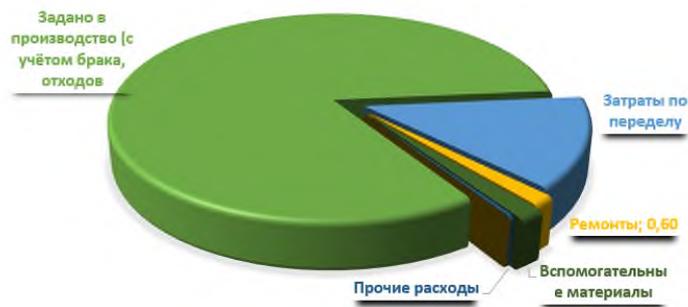


График динамических характеристик расположен ниже.



На основании расчетов из специальной части делаем вывод, что система стабильна.

В связи, с неудовлетворительными результатами, которые показал анализ основных экономических показателей, мы делаем вывод, что предприятию требуется модернизация и предлагаем провести модернизацию привода подачи токарно-винторезного станка в условиях АО «Уральская Сталь».



По диаграмме структуры себестоимости видно, что ремонтные фонды составляют 0,60 % полной себестоимости и 5,59 % затрат по переделу. Это обусловлено тем, что в связи с износом старого оборудования большие затраты уходят на внеплановые ремонты.

Электродвигатель АИР90L4 производит Харьковский электротехнический завод Укрэлектромаш ХЭЛЗ (Украина). На основании полученных данных из расчетов, были подобраны асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором подходящий по характеристикам АИР90L4, а также частотный преобразователь ОВЕН ПЧВ 102-1К5- В Компанией Овен.

Использование ПЧ сможет поспособствовать улучшению:

– пиковые нагрузки будут минимальны, а также проблемы с просадками напряжения питающей сети и проблемы с просадками напряжения питающей сети будут нивелированы.

Благодаря предложенной модернизации сократится время капитальных ремонтов на 5 часов и простоев оборудования на 10 часов.

Перечень изделий, требуемых для осуществления модернизации, предложены ниже.

Наименование капитальных затрат	Количество	Стоимость ед., руб.	Сумма, руб.
Частотный преобразователь	1	970 000	970 000,00
Асинхронный двигатель	1	470 000	470 000,00
Дополнительные детали	-	-	160 000,00
<b>Итого, С<sub>об</sub></b>	-	-	<b>1 600 000,00</b>

Период возврата средств, потраченных на модернизацию токарно-винторезного станка, а именно покупка и ввод в эксплуатацию нового двигателя и частотного преобразователя будет:

$$PP = \frac{258589,70}{7570000} = 0,29 \text{ г} = 3 \text{ месяца.}$$

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

## **Модернизация дисковых ножниц в условиях ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь»**

**Котенко Д.С., студент группы БЭЭ-18**

Данная работа посвящена изучению варианта замены устаревшего оборудования дисковых ножниц на более современные аналоги. Сначала описывается организационно-производственная структура комбината и цеха, агрегата. Далее расчёты статических нагрузок и выбора двигателя, элементов силовой части. Производятся расчёты динамических и статических характеристик и построение графика для проверки верности расчётов. Далее моделируется цифровой синтез контура тока и скорости. Потом расчёт затрат на модернизацию и сравнение изменений показателей цеха благодаря нововведению.

Благодаря этим результатам и расчётам стало ясно, что концепция по модернизации электропривода окупится с положительным результатом.

Одна из самых важных отраслей в российской промышленности – металлургия. Трудно представить себе, область современных технологий без использования продукции металлургической промышленности. Заключительная часть производства готовой продукции – прокат разного ассортимента.

В данной работе рассматривается электропривод дисковых ножниц.

Модернизация электропривода дисковых ножниц заключается в замене устаревшего оборудования на более современное, включая новый частотный преобразователь. Данная модернизация позволит сократить простои производства листопрокатного цеха и минимизировать затраты на ремонт оборудования, что поспособствует увеличению выработки готовой продукции.

АО «Уральская Сталь» масштабное предприятие Южно-Уральского региона и занимает место в списке первенствующих металлургических комбинатов в стране. Комбинат находился долгое время под эгидой холдинга ООО УК «МЕТАЛЛОИНВЕСТ». «Уральская Сталь» входила в состав «МЕТАЛЛОИНВЕСТ» с 2006 года. Суммарный объем инвестиций в развитие предприятия составил около 1,2 млрд долларов США.

На производстве АО «Уральская Сталь» в листопрокатном цехе через электросталеплавильное производство разливаются слябы, где они уже нагреваются в 4-х печах, на прокатке выпускаются листы, толщина составляет от 8 до 50 мм, ширина – 1500-2500 мм, длина – 5000-12000 мм.

Дисковые ножницы необходимы непосредственно для обрезки боковых краев полосы. Ножи дисковых ножниц установлены на специальных цилиндрических шпонках, а дистанцию между ножами задают распорные кольца.

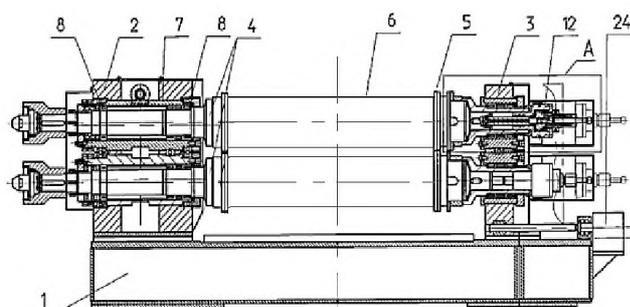


Рисунок 1 – Общий вид дисковых ножниц

У ножниц есть разные величины рабочей длины станка, а также толщины обрабатываемого листа и рабочей скорости. Устойчивая станина – это общая черта всех моделей и серий, она и гарантирует точность параметров резки.

Боковые края рулонной стали обрезаются специально предназначенными дисковыми ножницами. С помощью червячного механизма путем перемещения верхних режущих ножей производится регулировка осевого зазора. Обрезные края полос непосредственно сминают ножницы кромкообрезные. Ножницы данного вида включают в себя два рабочих барабана, оснащенные четырьмя ножами, и аналоговые правую и левую стоек.

Если будет установлен преобразователь частоты в сочетании с другими устройствами, это поможет реализовать автоматизированную систему управления.

Использование преобразователя частоты также улучшает такие характеристики, как:

- регулировка скорости вращения привода от 0 до номинального значения, сохраняя при этом максимальный крутящий момент на валу;
- проблемы с просадками напряжения в питающей сети сведены к нулю, как и пиковые нагрузки;

Для этого двигателя требуется преобразователь частоты. Altivar 61Q – это преобразователь частоты с водным охлаждением для двигателей мощностью от 110 до 800 кВт. Он используется в тяжелых условиях, где требуются преобразователи с очень высокой эксплуатационной надежностью.

Встроенный контур водного охлаждения оптимально отводит избыточное тепло от силовых модулей преобразователя частоты и обеспечивает полностью герметичный шкаф управления.

Чтобы предотвратить простои производства, данный преобразователь частоты имеет множество защитных устройств.

Большим плюсом данного ПЧ является его конструкция, а именно она модульная, что позволяет добавлять и убирать функционал по необходимости.

Система управления автоматизированным электроприводом, как правило, строится по принципу многоконтурных систем подчиненного регулирования. В каждом контуре регулятор, включенный последовательно с объектом регулирования, обеспечивает оптимальный переходной процесс. Количество контуров регулирования равно количеству регулируемых координат (ток, потокосцепление, скорость, положение).

Синтез регуляторов сводится к получению в каждом контуре желаемого переходного процесса. Оптимизация многоконтурных систем обеспечивает регулирование в каждом контуре по быстродействию и точности. При этом регулируемая координата не будет иметь зависимости от внешних (возмущающих) воздействий. При настройке контуров регулирования автоматизированных приводов используют модульный (или технический) и симметричный оптимум. Модульный оптимум используется для настройки контуров регулирования тока статора или якоря, контура потокосцепления асинхронного двигателя, контуров скорости и положения (при невысоких требованиях к точности).

Симметричный оптимум используется в двух вариантах с фильтром и без фильтра на входе при более высоких требованиях к точности системы.

Цифровой синтез позволяет определить тип и характер контроллеров для того, чтобы достичь желаемых динамических характеристик электропривода.

Данные частотного преобразователя: коэффициент передачи частотного преобразователя  $K_{\text{чп}} = 38$ ; постоянная времени  $T_{\text{чп}} = 0,00025$  с.

Время дискретизации должно быть меньше величины  $0,5 T_{\text{чп}} = 0,000125$  с, в данном случае принимаем  $T = 0,000125$  с.

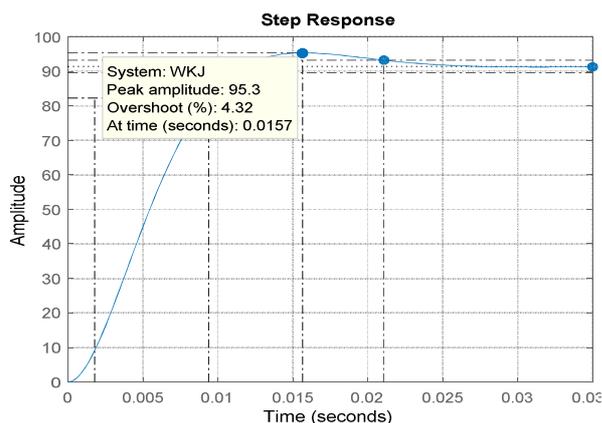


Рисунок 2 – Переходной процесс нарастания тока в аналоговой системе

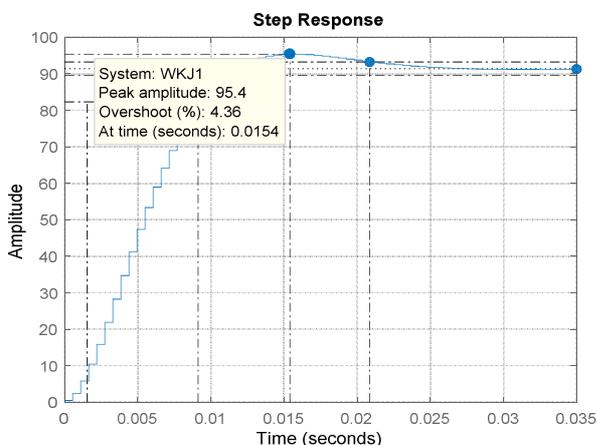


Рисунок 3 – Переходной процесс нарастания тока в цифровой системе

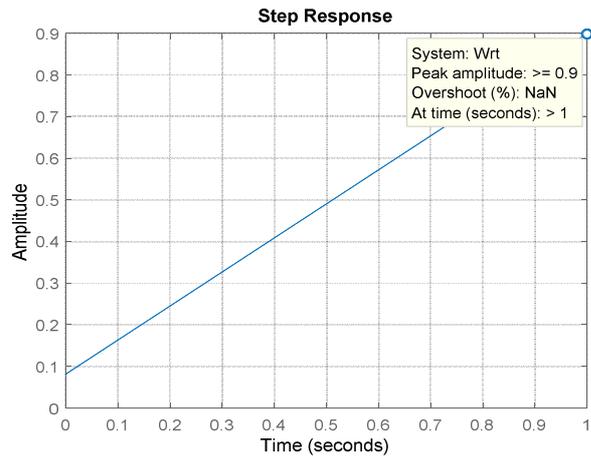


Рисунок 4 – Переходная функция аналогового ПИ регулятора тока

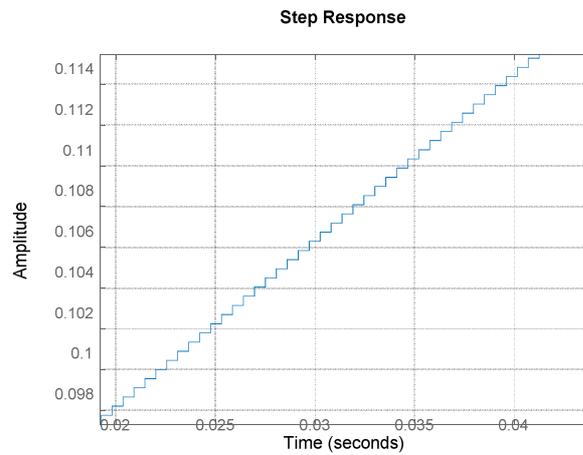


Рисунок 5 – Переходная функция цифрового ПИ регулятора тока

На рисунке 6 представлен рассчитанный внешний контур регулирования скорости с внутренним контуром тока.

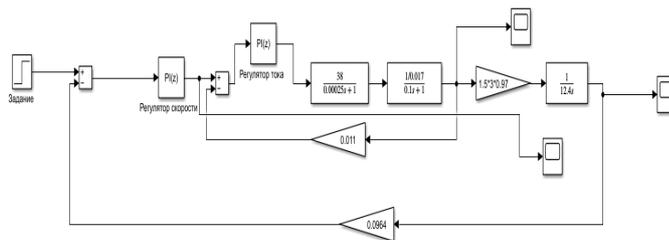


Рисунок 6 – Контур регулирования скорости с подчиненным контуром регулирования тока

Далее показана на рисунке 7 переходная функции цифрового регулятора скорости.

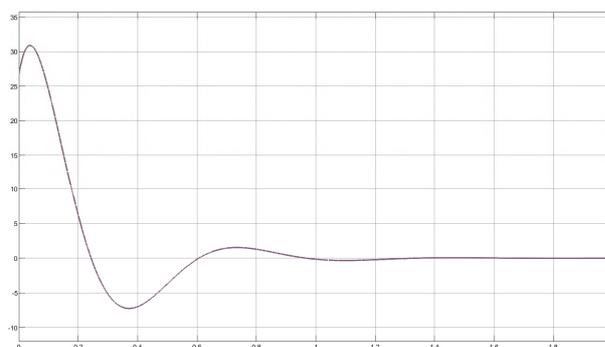


Рисунок 7 – Переходный процесс цифрового регулятора скорости

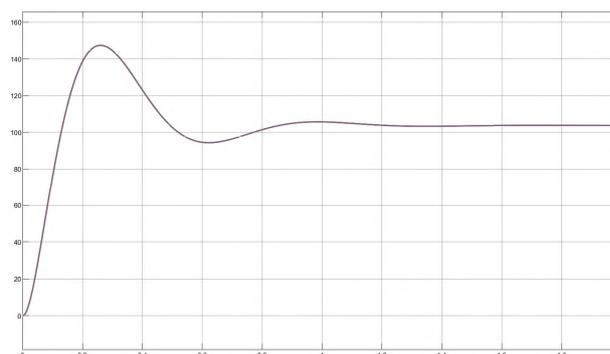


Рисунок 8 – Переходной процесс скорости

Как видно по графикам, контур скорости менее быстродействующий, чем контур тока, а при условии больших постоянных времени, переходный процесс затягивается. Однако контур имеет высокую точность.

Нагрузка была смоделирована скачком со значением 2412 Н·м.

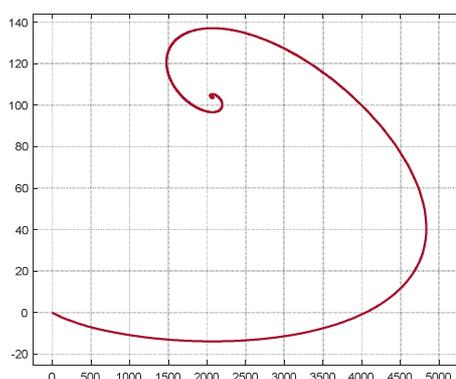


Рисунок 9 – Динамическая механическая характеристика

При задании момента 2412 Н·м (номинальное значение) максимальный момент достигает значения 4732 Н·м.

Скорость обрабатывает согласно максимальному заданию: номинальная скорость вращения, рассчитанная на 10 В, составляет 103,7 рад/с. Значения моментов соответствуют расчетным значениям для двигателя:  $M_{ном} = 2412$  Н·м,  $M_{кр} = 4825$  Н·м.

Так же видно, что пусковой момент составил порядка 4000 Н·м, что соответствует отношению  $M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}} = 1,66$ . Данное отношение меньше исходного: 1,9.

При приложении номинальной нагрузки  $M_{\text{ном}} = 2412$  Н·м ток держит значение в 457 А, что так же является номинальным значением.

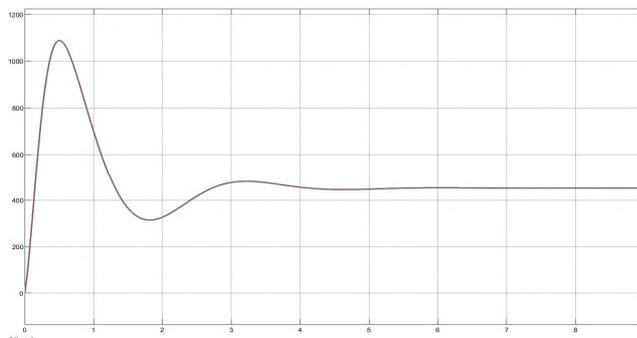


Рисунок 10 – Переходный процесс тока при приложении нагрузки

Часть основных показателей была получена из финансовой отчетности предприятия такие как: оборот, себестоимость продаж, валовая прибыль, рентабельность продаж, чистая прибыль, основные средства, количество сотрудников и активы. Далее необходимо рассчитать остальные показатели.

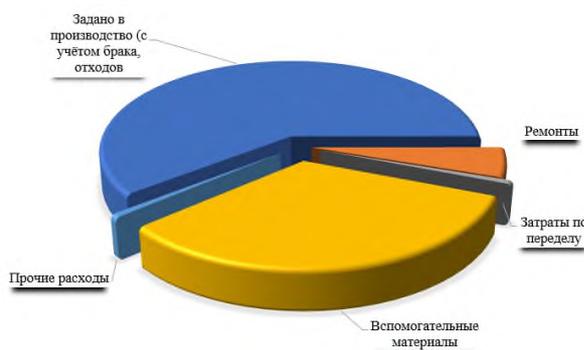


Рисунок 11 – Структура базовой себестоимости 1 т. проката

По диаграмме структуры себестоимости видно, что ремонтные фонды составляют 0,01 % полной себестоимости и 0,08 % затрат по переделу. Это обусловлено тем, что в связи с износом старого оборудования большие затраты уходят на внеплановые ремонты.

В данный период времени питание привода дисковых ножниц производится от тиристорного преобразователя АТР – 1600/460 – 1Р – 2Д – У4 производства ХЭМЗ (Украина) 1979 года выпуска. Преобразователи данной серии сняты с производства, как морально устаревшие. Из-за того, что отсутствуют части для замены, возможен дальнейший полный выход преобразователей из строя.

На основании полученных данных из расчетов были подобраны асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором подходящий по характеристикам АИР355МВ6, а также частотный преобразователь

ATV61QC25N4 компании Schneider Electric. Установка ПЧ в совокупности другими приборами поможет реализовать более автоматизированную систему управления.

Таблица 10 – Стоимость и наименование изделий для модернизации

Наименование капитальных затрат	Шт.	Стоимость ед., руб.	Сумма, руб.
Частотный преобразователь ATV61QC25N4	1	2450000	2 450 000
Электродвигатель АИР355МВ6	2	834000	1 668 000
Итого, С <sub>об</sub>	–	–	4118000

В результате замены электродвигателя и частотного преобразователя экономические показатели компании улучшились и достигли следующих значений:

- производственные затраты снизились на 24,99 руб;
- валовая прибыль увеличилась на 5,92 миллиона рублей;
- капитальные вложения в сумме 5 813 045,23 рублей, которые были амортизированы в течение примерно 1 года.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажериной Р.Е.

## **Модернизация электропривода вагон-весов в условиях доменного цеха АО «Уральская Сталь»**

**Мусиреев А.М., студент группы БЭЭ-18**

В данной работе были рассмотрены пути модернизации электропривода вагон-весов в условиях доменного цеха АО «Уральская Сталь».

В общем разделе было рассмотрено несколько пунктов, а именно:

- технические характеристики вагон-весов, принцип работы и где они расположены;
- технические требования, которые были предъявлены к данному механизму;
- был выбран тип электродвигателя, а также управляющее устройство в лице преобразователя частоты и прилегающими к нему устройствам.

В специальной части исходя из того, что было рассмотрено ранее, была выбрана система управления данным механизмом, в лице векторной системы управления, а также были рассчитаны контура токов, потокосцепления и скорости.

В конце, а именно в экономической части была разобрана структура предприятия со стороны экономики, была посчитана рентабельность данного мероприятия, а также возможный срок окупаемости инвестиционного проекта.

Актуальность данной работы состоит в том, что сейчас век технологий и инноваций, которые позволяют сокращать расходы на оборудовании, ремонтах и энергии. Именно внедрения данного оборудования позволит в полной мере воспользоваться этим.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажериной Р.Е.

## **Модернизация электропривода градирни БМГ-1500 в условиях АО «Новотроицкий завод хромовых соединений»**

**Новиков Е.С., студент группы БЭЭ-18**

Объектом исследования является вентиляторная градирня, которая относится к участку цеха энергоснабжения акционерного общества «Новотроицкий завод хромовых соединений». В работе содержится описание работы цеха энергоснабжения АО «НЗХС», описание конструкции градирни, а также принцип ее работы. Рассчитываются параметры вентилятора и строятся механические характеристики, на основе данных расчетов выбирается двигатель и преобразователь частоты, а также выбирается способ регулирования электропривода.

Вентиляторы являются экономически выгодным оборудованием, а в связи с усовершенствованием конструкций современных вентиляторных градирен их начинают использовать в таких областях промышленности, где они раньше не применялись, например, на электростанциях или других производствах.

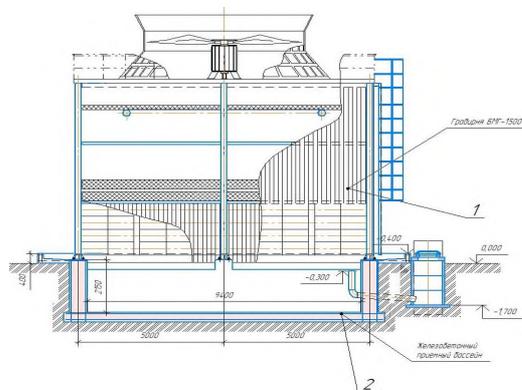
Целью данной работы является модернизация привода вентилятора градирни БМГ-1500 путем комплекса мероприятий по переоснащению оборудования, внедрением системы управления с функциями частотного регулирования с преобразователем частоты ESQ-760.

Задачи, которые необходимо решить в процессе работы:

- познакомиться с исследуемым объектом;
- проанализировать и предложить пути модернизации оборудования;
- рассчитать параметры вентилятора и на их основе выбрать электродвигатель;
- разработать систему автоматического регулирования привода;
- разработать имитационную модель САР;
- выявить экономическую эффективность от модернизации.

Бесперебойную работу всего предприятия обеспечивает, наряду с другими службами, цех энергоснабжения. Цех энергоснабжения является структурным подразделением АО «НЗХС», не обладающим правами юридического лица. В состав цеха входят 4 участка, без слаженной работы которого предприятию было бы невозможно эффективно работать и решать поставленные задачи.

Градирня – это устройство для охлаждения воды атмосферным воздухом. Его основными конструктивными элементами являются: рама, обтекатель, система водораспределения, вентиляторный блок, ороситель и гидрозатвор. Рама, в свою очередь, представляет собой металлическую каркасную конструкцию с антикоррозийным покрытием.



1 – Градирня БМГ-1500; 2 – Железобетонный приемный бассейн  
Рисунок 1 – Вентиляторная градирня

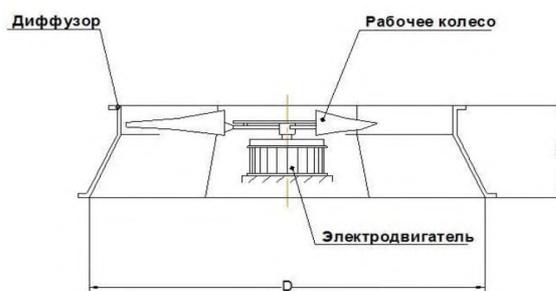


Рисунок 2 – Вентилятор градирни (общий вид)

Как видно из рисунка 2, в градирни используется вентилятор с прямым приводом. К достоинствам прямого привода градирни можно отнести: уменьшение потерь и как следствие увеличения коэффициента полезного действия.

Таблица 1 – Паспортные данные двигателя

Наименование и единица измерения	Знач.
Номинальная мощность, $P_{ном}$ , кВт	90
Номинальное напряжение сети, $U_{1д}$ , В	380
Номинальный ток статора, $I_n$ , А	260
Номинальная частота питающей сети, $f_c$ , Гц	50
Синхронная частота вращения, $n_0$ , об/мин	1500
Отношение $M_{max}/M_{ном}$	2,5
КПД, $\eta_{ном}$ , %	91,5
Коэффициент мощности, $\cos\varphi_{ном}$	0,87
Момент инерции, $J$ , кг·м <sup>2</sup>	1,088

Таблица 2 – Технические данные ПЧ

Наименование	Показатель
Мощность, кВт	110
Мощность подключаемого двигателя, кВт	до 110/132
Напряжение, В	380
Номинальный ток, А	210/253
Частота, Гц	0-600Гц
Толчковый режим, Гц	0,00-макс. частоты
Увеличение вращающего момента, %	0,1-20
Временной контроль, мин.	0,0-6500,0
Степень защиты, IP	20
Протокол связи ModBus	есть
Тип нагрузки	общепромышленная
Дискретные входы	6

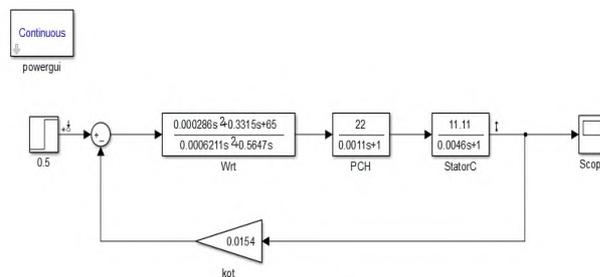


Рисунок 3 – Схема контура регулирования тока

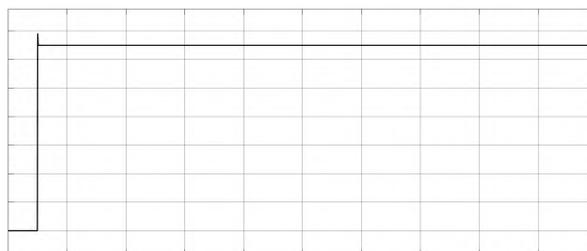


Рисунок 4 – Переходная функция контура регулирования тока

Перерегулирование тока находится по формуле:

$$\sigma_{КТ} = \frac{I_{\text{max}} - I_{\text{уст}}}{I_{\text{уст}}} \cdot 100\% \quad 1)$$

$$\sigma_{КТ} = \frac{69,1 - 65}{65} \cdot 100\% = 6,308\%$$

Допустимое значение перерегулирования определяется спецификой функционирования конкретной системы [8]. Оно должно составлять не более 10-30 %. Если выше 30%, это уже принципиально недопустимо для САР.

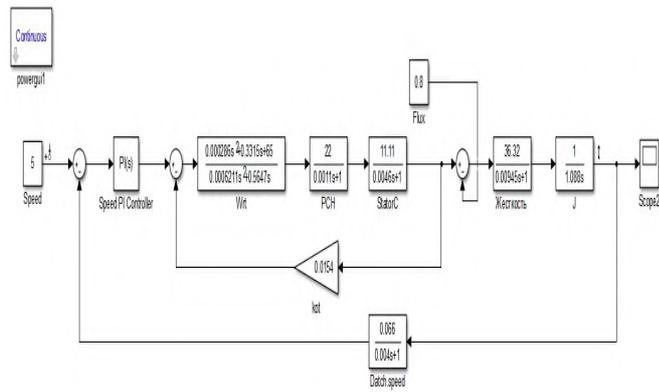


Рисунок 5 – Схема контура регулирования скорости

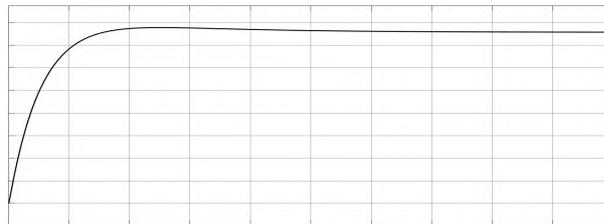


Рисунок 6 – Переходная функция контура регулирования скорости

Функциональная схема асинхронного электропривода со скалярным частотным управлением с датчиком скорости представлена структура элементов, за счет которых происходит управление асинхронным двигателям по скалярному способу управления.

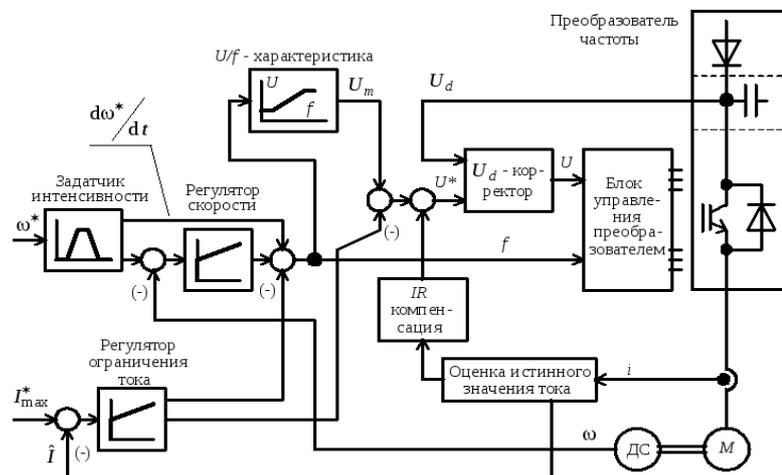


Рисунок 7 – Функциональная схема асинхронного электропривода со скалярным частотным управлением с датчиком скорости



себестоимости продаж упала почти на 13 %, прибыль от продаж заметно сократилась на 25 % и так далее. Но за 2021 г ситуация на предприятие резко изменились в положительную сторону: выручка, себестоимость продаж, прибыль от продаж и так далее заметно увеличились, что способствует стремительным темпам роста.

Таблица 3 – Стоимость приобретённого оборудования

Наименование	Кол-во, шт.	Стоимость, 1шт., руб.
Асинхронный двигатель 4АНК2508В4УЗ	1	196080
Преобразователь частоты фирмы ESQ-760-4Т1100G/1320	1	200751
Датчик скорости	1	4351
Выключатель автоматический ВА57 – 35 – 200А	1	6067
Итого:	4	407249

Срок окупаемости находится по формуле:

$$C_{\text{окуп}} = \frac{K_{\text{затр}}}{\Delta_{\text{эф}}},$$

$$C_{\text{окуп}} = \frac{505396,01}{437499,99} = 1,15 \text{ года} \quad 2)$$

После проведения необходимых расчетов, можно наглядно увидеть значительную выгоду от установки нового асинхронного двигателя с функциями частотного регулирования. Повышается эффективность работы оборудования, увеличивается его срок службы, происходит значительная экономия средств на электроэнергию. Поэтому в результате внедрения данного проекта экономическая ситуация на производстве не много, но улучшится, следовательно, данный проект рекомендован на АО «НЗХС».

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

### **Модернизация электропривода шахтного лифта в условиях подземного рудника «Джусинский» ЗАО «ОРМЕТ»**

**Печенков Д.А., студент группы БЭЭ-18**

В данной работе мною была проведена оценка модернизации шахтного лифта. Был произведен расчет электродвигателя, выбор электропривода, расчет силовой части и проектирование системы автоматического регулирования. Улучшение технологических процессов, точности работы и повышение промышленного оборудования неразрывно связаны с усложнением общей схемы автоматизации производства и электропривода, в частности. В данных

условиях основой является обеспечение надежной работы автоматизированного электрооборудования, выход из строя которого может привести к останову производства, выпуску бракованной продукции, снизится производительность труда, также может привести к потерям сырья и энергии, а иногда и к авариям рабочих машин и механизмов, что в свою очередь приведет к большим экономическим потерям. Задача повышения надежности электроприводов является сложной комплексной проблемой, решаться, которая должна не только на стадии проектирования и изготовления его элементов, но и при его монтаже, а также наладке и эксплуатации. В настоящее время важнейшей задачей, является обеспечение промышленности нашей страны топливно-сырьевыми ресурсами. При вскрытии месторождений ежегодно проходят до 20-25 тыс. м стволов. В общем комплексе горных выработок современной шахты на их долю приходится 25-30% стоимости и 40-60% затрат общего времени строительства. Поэтому скоростное сооружение стволов шахт, с высокими технико-экономическими показателями, имеет огромное значение для решения важнейшей народнохозяйственной задачи, что в свою очередь приводит к значительному сокращению сроков строительства предприятий горнодобывающей промышленности.

Одна из важных отраслей в российской промышленности – металлургия. Трудно представить себе, область современных технологий без использования продукции металлургической промышленности. Заключительная часть производства готовой продукции – прокат разного ассортимента. В данной работе рассматривается электропривод шахтного лифта. Модернизация электропривода шахтного лифта заключается в замене устаревшего оборудования на более современное, включая новый частотный преобразователь. Данная модернизация позволит сократить простои подъемной машины и минимизировать затраты на ремонт оборудования, что поспособствует увеличению времени работы в целом.

Главной приводной частью лифта является подъемный механизм, он установлен в машинном отделении. Платформа пассажирского лифта зафиксирована на стальных тросах, расположенных вдоль колеса с канавкой или ободом по шкиву приводного механизма. Так как грузовые лифты используют преимущественно для подъема тяжелых грузов, то с целью обеспечения большей безопасности такого процесса, грузовое лифтовое оборудование снабжается дополнительными шкивами, которые дважды обвиваются тросами для лучшего сцепления с колесами шкивов. На одном из концов стальных тросов находятся противовесы – грузы, уравнивающие кабину или платформу лифта. Поэтому, когда кабина лифта приводится в движение электрическим двигателем, привод лифта может быть, как пневматическим, так и гидравлическим, в котором используется противовес, противовесы опускаются вниз и поднимают кабину или же наоборот в тот момент, когда кабина опускается, грузы поднимаются вверх. При этом мощность, затрачиваемая на данную работу, существенно снижается за счет того, что основная нагрузка по подъему кабины выполняется именно за счет

противовеса. В момент ослабления хотя бы одного подъемного каната незамедлительно срабатывает электрический выключатель слабины подъемных канатов, который в свою очередь обесточивает цепи управления лифтом и лебёдку главного привода, что в свою очередь приводит к остановке работы лифта. Для предотвращения жесткого удара о пол шахты в нижней части шахты предусмотрены упоры, которые предназначены для смягчения удара при посадке. Механизм управления, находясь в машинном отделении, расположен в верхней части шахты, куда и передаются сигналы из кабины лифта. Данные сигналы проходят по электрическому кабелю, который протянут внутри шахты и соединяет кнопочную панель в кабине со шкафом управления в машинном отделении.



Рисунок 1 – Общий вид шахтной подъемной машины

Лифты должны соответствовать или превышать требования настоящего стандарта, "Правил устройства и безопасной эксплуатации лифтов" и "Правил устройства электроустановок".

Система управления автоматизированным электроприводом, как правило, строится по принципу многоконтурных систем подчиненного регулирования. В каждом контуре регулятор, включенный последовательно с объектом регулирования, обеспечивает оптимальный переходной процесс. Количество контуров регулирования равно количеству регулируемых координат (ток, потокосцепление, скорость, положение).

Синтез регуляторов сводится к получению в каждом контуре желаемого переходного процесса. Оптимизация многоконтурных систем обеспечивает регулирование в каждом контуре по быстродействию и точности. При этом регулируемая координата не будет иметь зависимости от внешних (возмущающих) воздействий. При настройке контуров регулирования

автоматизированных приводов используют модульный (или технический) и симметричный оптимум. Модульный оптимум используется для настройки контуров регулирования тока статора или якоря, контура потокосцепления асинхронного двигателя, контуров скорости и положения (при невысоких требованиях к точности).

Симметричный оптимум используется в двух вариантах с фильтром и без фильтра на входе при более высоких требованиях к точности системы.

Цифровой синтез позволяет определить тип и характер контроллеров для того, чтобы достичь желаемых динамических характеристик электропривода.

Данные частотного преобразователя: коэффициент передачи частотного преобразователя  $K_{\text{чп}} = 0.18$ ; постоянная времени  $T_{\text{чп}} = 0.0011\text{ с}$ .

Время дискретизации должно быть меньше величины  $0,5 T_{\text{чп}} = 0,00055\text{ с}$ , в данном случае принимаем  $T = 0,00055\text{ с}$ .

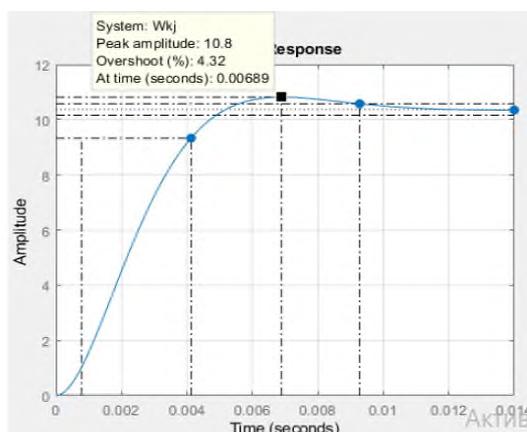


Рисунок 2 – Переходной процесс нарастания тока в аналоговой системе

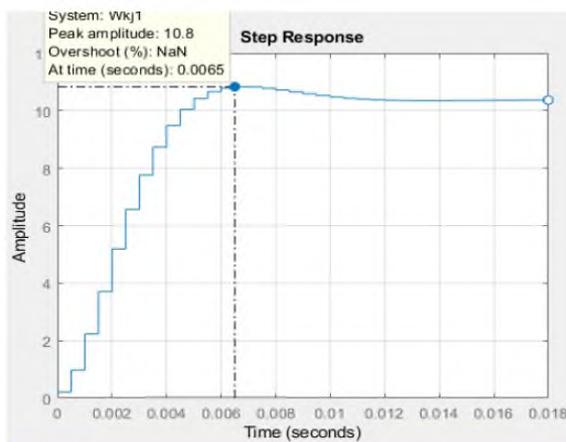


Рисунок 3 – Переходной процесс нарастания тока в цифровой системе

На рисунке 6 представлен рассчитанный внешний контур регулирования скорости с внутренним контуром тока.

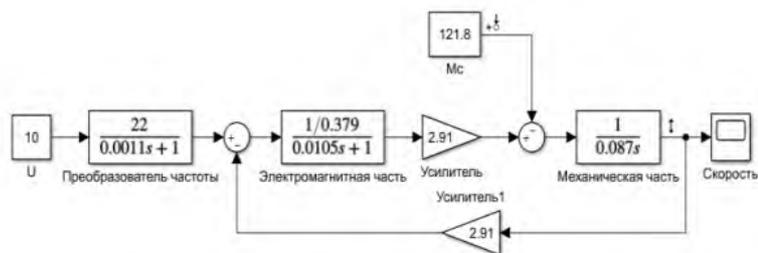


Рисунок 4 – Контур регулирования скорости с подчиненным контуром регулирования тока

Далее показана на рисунке 7 переходная функции цифрового регулятора скорости.

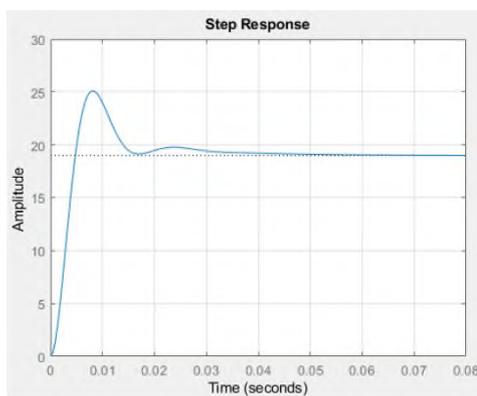


Рисунок 5 – Переходный процесс цифрового регулятора скорости

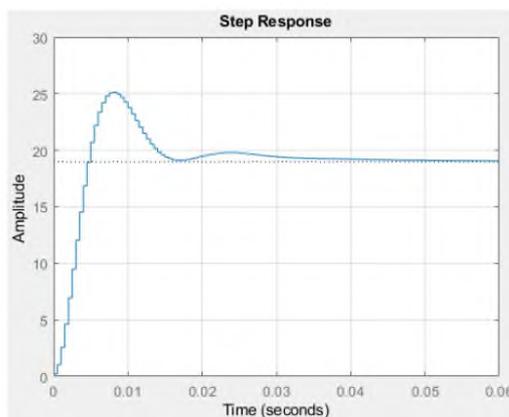


Рисунок 6 – Переходной процесс скорости

Как видно по графикам, контур скорости менее быстродействующий, чем контур тока, а при условии больших постоянных времени, переходный процесс затягивается. Однако контур имеет высокую точность.

Часть основных показателей была получена из финансовой отчетности предприятия такие как: оборот, себестоимость продаж, валовая прибыль, рентабельность продаж, чистая прибыль, основные средства, количество сотрудников и активы. Далее необходимо рассчитать остальные показатели.

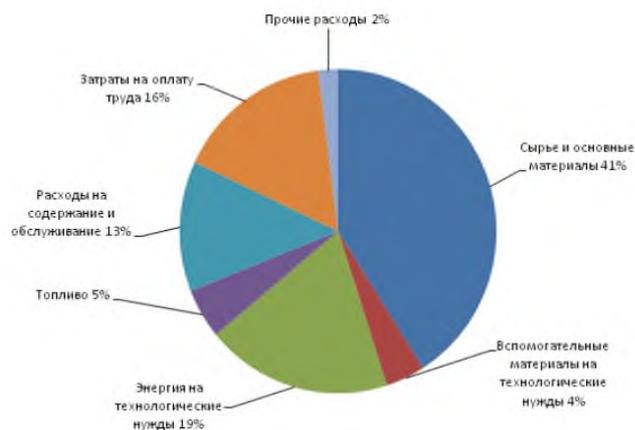


Рисунок 7 – Структура базовой себестоимости 1 т. продукции

Основным техническим решением в модернизации шахтного лифта, является замена тиристорного преобразователя, на частотный, такой же мощности. В результате замены преобразователя увеличится коэффициент мощности при регулировании напряжения, увеличится коэффициент полезного действия, появится возможность достижения широкого диапазона низких частот при сохранении стабильных вращений двигателя, а также блочно-модульная конструкция позволяет эксплуатировать систему с меньшими трудо- и время затратами.

Для определения капитальных затрат составим перечень оборудования необходимого для модернизации с указанием их количества и стоимости. В структуру затрат входит стоимость силового оборудования, затраты на доставку, монтаж этого оборудования. К закупаемому силовому оборудованию относится асинхронный двигатель 5 АМХ 160 М4 и редуктор РЧ 180х36. Стоимость оборудования берем из прейскуранта производителя.

Таблица 10 – Стоимость и наименование изделий для модернизации

Наименование капитальных затрат	Шт.	Стоимость ед., руб.	Сумма, руб.
Асинхронный двигатель типа 5АМХ 160 М4	1	55651	55651
Преобразователь частоты ОВЕН ПЧВ3-30К-В	1	333756	333756
Итого	–	–	4118000

В результате замены электродвигателя и частотного преобразователя экономические показатели компании улучшились и достигли следующих значений: валовая прибыль увеличилась на 188,3 тысяч рублей, капитальные вложения в сумме 689664 рублей, которые были амортизированы в течение 4 месяцев.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

## Модернизация электропривода винтового конвейера цеха сухих смесей в условиях ООО «Новотроицкий содовый завод»

Шитов В.В., студент группы БЭЭ-18

Конвейер винтовой предназначен для непрерывного транспортирования в горизонтальном и наклонном (под углом до  $20^\circ$ ) положениях, при температуре до  $200^\circ\text{C}$  пылевидных, порошкообразных, мелкокусковых (размер куска до 20 мм), неабразивных и абразивных насыпных грузов с помощью вращения винта в закрытом или открытом желобе. В конвейере отсутствует тяговый элемент, вращающий момент передаются через муфту от редуктора в приводной узел на шнек конвейера, тем самым заставляя вращаться винт. В условиях цеха сухих смесей для транспорта материала является гипс, поступающий на шнек конвейера через загрузочное отверстие сверху, перемещается вращающимся винтом по дну желоба к выгрузочному отверстию снизу. Тем самым перемещая гипс в нужное место.

По расчетному мощности значению выбираем асинхронный электродвигатель типа АИР100S4 с короткозамкнутым ротором на 3 кВт. Данный двигатель обеспечивает повышенный пусковой момент, а также высокой надежностью, низкой вибрацией и работой в сильно запыленных местах. Исполнение двигателя требует фланец для присоединения с муфтой. Для выбранного двигателя подобран преобразователь частоты SIEMENS SINAMICS G120C. Данные преобразователи широко распространены в электроприводах различных типов конвейерах, насосов, мельниц и имеют универсальное применение. Выбранные элементы прошли проверки по нагрузке. Для электропривода винтового конвейера была взята система скалярного управления. Принцип скалярного управления довольно простой это поддержание постоянной величины  $U/f=\text{const}$  обеспечивает относительно неизменный магнитный поток в зазоре электрической машины. Для того чтобы увеличить точность регулирования скорости вращения в систему управления добавляют энкодер (датчик скорости). Это позволяет существенно усилить идеи метода, при этом частота и напряжение будут удерживаться на разных скоростях. Таким образом, скалярное управление с обратной связью и регулятором позволяет устранить недостаточную точность регулирования угловой частоты вала. Принцип скалярного управления подойдет для управления винтовым конвейером, так как работа конвейера круглосуточная с заданной скоростью и постоянной нагрузкой. По расчетным коэффициентам была смоделирована схема скалярного управления скоростью в MATLAB Simulink, получены графики переходных процессов скорости и момента на холостом ходу, при нагрузке и аварийной ситуации. Разработана структурная схема автоматизации винтового конвейера. Таким образом, установка нового оборудования на конвейер повлечет экономическое состояние предприятия в лучшую сторону.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

## Модернизация электропривода роликовой печи ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь»

Гирин К.А., студент группы БЭЭ-17з

Роликовая печь – проходная печь непрерывного действия, подина которой состоит из 120 вращаемых индивидуальным приводом роликов.

Основные функции роликовой печи:

- обеспечение технологических параметров режимов термообработки с целью получения необходимой структуры и требуемых механических свойств в готовой продукции в зависимости от сортамента;

- обеспечение позиционирования листов параллельно оси печи на рольганге посады печей;

- перемещение листов внутри печи в различных режимах;

- эффективное удаление продуктов горения топлива.

К роликам РП предъявляются следующие требования:

- плавность движения и отсутствие вибраций при работе под нагрузкой;

- передача требуемой мощности в пределах всего или части диапазона;

- необходимость режимов токоограничения и эффективной защиты от перегрузок;

- схема управления должна обеспечиваться аварийная и экстренная остановка с сохранением параметров;

- сохранность постоянства настроенных частот вращения или скорости движения независимо от нагрузки;

- защита силового электрооборудования;

- электропривод требует регулирование скорости вращения роликов для обеспечения требуемых технологических режимов работы.

Частотный преобразователь позволяет более плавно и точно управлять двигателем. Электродвигатель переменного тока Simens 1LA7107-8AB10 в схеме с частотным преобразователем Sinamiks V203AC380-480B Siemens 6SL3210-5BE21-5UV0 работают по векторная системе управления электроприводом.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

## **Модернизация электропривода кантователя листов стана 2800 ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь»**

**Гришун Е.И., студент группы БЭЭ-17з**

Целью данной работы является модернизация электропривода кантователя толстых листов металла стана 2800 листопрокатного цеха АО «Уральская Сталь». Кантователь перекладывает листы с одного инспекционного рольганга на другой с целью осмотра их поверхностей.

Исходя из требований к данному электроприводу предложен векторный метод управления ПЧ-АД. Был произведен расчет и построение нагрузочной диаграммы рабочего цикла и тахограммы скорости рычага кантователя. По полученным расчетам был выбран асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором АИР280М8 с номинальной мощностью 75 кВт и синхронной частотой вращения 750 об/мин. Так же по рассчитанным параметрам выбран преобразователь частоты серии SINAMICS S120.

По рассчитанным данным в программе MATLAB была смоделирована схема управления электроприводом на основе векторного управления. Данная модель электропривода позволила получить необходимые характеристики, которые показали правильность расчетов и выбор оборудования.

В экономической части был произведен расчет и подведен итог затрат на модернизацию и срок окупаемости проекта. Был произведен расчет снижения затрат на обслуживание и ремонт нового оборудования, вследствие чего снижение простоев, а значит увеличение выпуска готовой продукции.

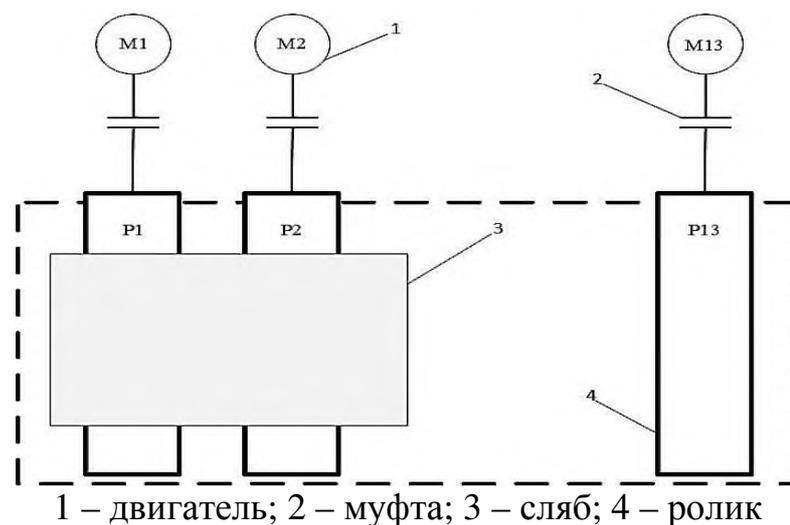
Модернизация электропривода кантователя листов позволит увеличить объем производства и повысить прибыль предприятия.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

## **Модернизация электропривода рольганга печного гидросбива ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь»**

**Лаврентьева И.А., студентка группы БЭЭ-17з**

Процесс в ЛПЦ-1 проходит следующим образом: сляб нагревается в методической печи до определенной температуры, которая позволяет металлу приобрести необходимые качества. При этом нагреве на поверхности сляба образуется железная окалина, которая понижает коррозионостойкость стали. Для её удаления применяют гидросбивы – гидромеханическое удаление окалины на стане 2800 клетки «ДУО».



1 – двигатель; 2 – муфта; 3 – шляб; 4 – ролик  
Рисунок 1 – Кинематическая схема рольганга Р-19

Требования для электрооборудования:

- в схемах управления должна быть реализована система автоматической работы электропривода рольганга, отвечающий технологическим режимам;
- в электроприводе должна быть реализована система контроля за вращением каждого ролика.
- высокий пусковой момент;

Частотный преобразователь позволяет более плавно и точно управлять двигателем. Электродвигатель переменного тока АД Siemens 1LA7166-6AA10 в схеме с частотным преобразователем Sinamiks G120C 6SL3210-1KE23-8A работают по векторная системе управления электроприводом.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

### **Модернизация электропривода поршневого компрессора электросталеплавильного цеха в условиях АО «Уральская сталь»**

**Непочатых В.Ю., студент группы БЭЭ-17з**

Представленная выпускная квалификационная работа посвящена проекту на тему «Модернизация электропривода поршневого компрессора типа 4ВМ10-150/3,5 электросталеплавильного цеха АО «Уральская сталь».

Исходя из требований, система ПЧ-АД станет идеальным для привода поршневого компрессора.

Рассчитали требуемую мощность двигателя и выбрали асинхронный двигатель 4АН280М8УЗ с номинальной мощностью 75 кВт и частотой вращения 750 об/мин. Данный двигатель прошел проверку по перегрузочной способности. На основании требований к электродвигателю был выбран частотный преобразователь фирмы «Instart» серии «MSI» типа G90/P110-4 с мощностью 90 кВт и 380 В. Частотный преобразователь G90/P110-4 имеет

подходящие функции для защиты от перегрузки электродвигателя, от перегрева и короткого замыкания.

Смоделирована в программе Matlab векторная система управления электроприводом. В результате моделирования можно сделать вывод о корректности произведенных расчетов, а значит разработанная схема соответствует требованиям технических условий.

Экономическая часть показала, что данная внедренная система снижает затраты на энергопотребление и уменьшает затраты, связанные с простоем. Срок окупаемости составит 11 месяцев.

Работа выполнена под руководством зав. кафедры ЭиЭ, к.п.н. Мажириной Р.Е.

### **Разработка системы автоматизации скорости вытягивания заготовки МНЛЗ в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Жененко А.И., студент группы БЭЭ-18**

Привод тянуще-правильного устройства (ТПУ) в достаточной степени влияет на качество заготовки, т.к. формирует схему приложения тянущего усилия, влияет на кристаллизацию слитка и, как следствие, на образование дефектов. Для получения качественного продукта на выходе необходимо своевременно и качественно управлять скоростью вытягивания, что возможно при использовании автоматизированного электропривода тянущих клетей.

Для управления электроприводом ТПУ было выбрано замкнутое по скорости векторное управление на основе связки ПЧ-АД. Привод является индивидуальным, включает в себя 17 асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором мощностью 5,5 кВт. В рамках работы система управления была реализована с помощью технологии SIMOTION D на базе электропривода SINAMICS S120.

Для предложенной системы управления разработана однолинейная принципиальная электрическая схема, выполнено моделирование контуров тока, скорости и потокосцепления, разработаны алгоритмы автоматического управления скоростью.

Переходные процессы, полученные в ходе моделирования, соответствуют настройке на модульный и симметричный оптимумы, а система в целом отрабатывает задание согласно требованиям.

Алгоритмы автоматического управления представляют собой блок-схемы и их реализацию в программе TIA Portal. Работа алгоритмов происходит на основании показаний с термопар, расположенных в зоне вторичного охлаждения и промежуточном ковше.

В результате внедрения предложенного технического решения ожидается увеличение годового объема производства и валовой прибыли.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

## Исследование различных систем управления приводов для подъемных установок

Цуканов А.В., студент группы БЭЭ-18

Для подъемных установок характерно применение различных систем управления электроприводом. Преимущественно используются электродвигатели переменного тока нежели постоянного, так как они более просты в конструкции, имеют более высокий КПД и занимают меньше места.

В настоящий момент на предприятиях горной, металлургической промышленности, а также в других отраслях для электропривода подъемных установок применяют АД с фазным ротором. Данные двигатели имеют свои недостатки, наиболее весомый из них – большие потери электроэнергии на сопротивление в роторной цепи. По этой причине такие установки все чаще становятся объектом для модернизации.

В основном происходит замена текущего двигателя на АД с короткозамкнутым ротором и подключением через ПЧ. Современные подъемные установки нередко оснащены и двигателем постоянного тока. Главное состоит в быстродействии системы, а также высокой точности регулирования. Кроме того, в оборудовании для подъема груза не редко применяется гидропривод.

На основе проведенного анализа применения различных систем приводов для подъемных установок, можно сделать следующий вывод:

- в механизмах, в которых необходимы высокие краткосрочные нагрузки с небольшими локальными перемещениями, применяют гидропривод;
- при работе на высоких мощностях наибольшее применение находит электропривод постоянного тока;
- асинхронные двигатели применяются тогда, когда необходима мощность до 2,5 МВт, причем находят применение как однодвигательные, так и многодвигательные системы управления;
- на установках с очень большими мощностями (более 6 МВт) используют систему управления электроприводом по схеме преобразователь-синхронный двигатель.

Таким образом, на основе проведенного анализа видны основные критерии для выбора системы электропривода для применения на подъемных установках.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

## **Модернизация электропривода поворота экскаватора ЭКГ5А в условиях доменного цеха АО «Уральская Сталь»**

**Ершов Е.В., студент группы БЭЭ-17з**

В выпускной квалификационной работе рассмотрена модернизация экскаватора ЭКГ-5А, в условиях доменного цеха АО «Уральская Сталь».

Целью данной работы была замена устаревшего оборудования на современное и автоматизированное, следствием чего будет обеспечение плавного пуска, экономии электроэнергии и сокращение расходов на обслуживание.

Исходя из экономических соображений, электроприводы поворота оставили существующие, а по рассчитанным параметрам были выбраны соответствующие тиристорные преобразователи отечественного производства «ЭПТОН-М-100», произведен расчет и построение статических характеристик, так же был выполнен цифровой синтез и расчет динамических характеристик.

С помощью компьютерного моделирования были исследованы переходные процессы в основных режимах работы.

Модернизация электропривода поворота ЭКГ-5А оказалась технически и экономически эффективной. В результате внедрения разработанной системы экскаватора повышается надежность, сокращено время, потраченное на ремонт и техническое обслуживание. Так же, сокращены затраты на ремонтные работы и увеличился межремонтный цикл.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.п.н. Лицина К.В.

## **Модернизация электропривода тали электрической ТЭ320 в условиях АО «Газпром электрогаз»**

**Федосов А.В., студент группы БЭЭ-17з**

В данном проекте рассматривается модернизация механизма без частотного регулирования. Ведь автоматическое управление асинхронным электродвигателем, в первую очередь, предполагает, что будет автоматизирован весь процесс, пуск, торможение, скорость вращения и т.д.

В свою очередь, автоматический пуск обеспечивает несколько плавное включение пусковых сопротивлений, также, если есть необходимость, будет возможна регулировка тока в заданных пределах.

Частотное регулирование, которое правильно рассчитано и корректно установлено, позволит лишиться нескольких недостатков электродвигателей с короткозамкнутым ротором, а именно постоянную работу ротора электродвигателя, не зависимо от нагрузки.

В результате рассмотрения самого предприятия, а также проектируемого механизма, также смотря на спецификацию оборудования и месте его

нахождения, были выдвинуты требования к электроприводу. Был выбран асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором типа АИР112М4, а также частотный преобразователь фирмы Siemens модели Sinamics G130, и было выбрано дополнительное оборудование, которое обеспечит бесперебойную работу всей рабочей машины.

По итогу было рассмотрено наиболее актуальное решение по автоматизации системы управления электродвигателя, и написание программы в пакете программ Matlab.

Срок окупаемости данного проекта составит всего 70 дней. Это связано с тем, что стоимость капитальных вложений незначительна, однако рост объема производства позволит поднять значение выручки и чистой прибыли в планируемом году.

Для полного завершения расчетов необходимо провести анализ проделанной работы:

- годовой объем ремонта двигателей вырастит на 41 двигателей;
- себестоимость снизиться на 4,126 рублей;
- валовая прибыль предприятия увеличится на 27,902 миллиона рублей;
- капитальные вложения на проект составят 174350 рублей.

В результате данной модернизации можно сказать что, она повлияет на многие факторы в лучшую сторону и может быть рассмотрена как рекомендация к внедрению на предприятие.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

## **Разработка электропривода системы кондиционирования воздуха в условиях ФКУ ИК-3 УФСИН России по Оренбургской области**

**Семьянихин С.В., студент группы БЭЭ-17з**

Система вентиляции и кондиционирования воздуха – неотъемлемое условие для высокого качества производимой продукции и благоприятных и безопасных условий микроклимата для занятых в этом производстве людей.

Система вентиляции применяется для обеспечения особого микроклимата в помещениях различного назначения. Современные технологии, используемые при создании принудительной системы вентиляции позволяют доставлять воздух в необходимом количестве с улицы и обратно. Использование такого способа воздухозамещения позволит сохранить нужную температуру и влажность воздуха для поддержания оптимального микроклимата.

Исходя из этого, была сформулирована цель исследования: изучить методику организации системы вентиляции и кондиционирования воздуха, а также разработать систему автоматического регулирования электропривода.

В работе рассмотрены: характеристика деятельности ФКУ ИК-3 УФСИН России по Оренбургской области, технологический процесс и система

вентиляции в мукомольном цехе, рабочая машина и требования, предъявляемые к электроприводу, сравнительный анализ возможных решений по выбору электропривода вентилятора, выбор элементов электропривода, настройка преобразователя частоты.

На основе сформулированных требований осуществлена разработка системы автоматического регулирования электропривода, а именно рассматривается функциональная схема автоматизации приточно-вытяжной системы вентиляции на складе готовой продукции мукомольного цеха, производится расчет силовой части привода, проектируется скалярная система управления.

Стабильная работа мукомольного цеха позволяет своевременно обеспечивать учреждение необходимым количеством качественной продукции, а также повышать экономические показатели ФКУ ИК-3 УФСИН России по Оренбургской области.

Именно поэтому, в рамках данного проекта был произведен расчет и анализ основных экономических показателей, который показал, что в результате установки на складе готовой продукции мукомольного цеха приточно-вытяжной системы вентиляции будет получен следующий экономический эффект:

- годовой объем производства вырастет на 5 %;
- себестоимость продукции увеличится на 17 129,77 руб.;
- валовая прибыль увеличится на 432 870,23 руб.;
- капитальные вложения в размере 532 592,70 руб. окупятся за год.

В связи с вышеизложенным, затраты на модернизацию системы вентиляции в мукомольном цехе можно считать оправданными.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

### **Разработка автоматической системы подачи заготовки в методическую печь в условиях АО «Уральская сталь»**

**Табельский Д.Г., студент группы БЭЭ-17з**

Методическая печь – это агрегат непрерывного действия для нагрева металла перед его прокаткой, ковкой или штамповкой. Это печь непрерывного действия, в которой нагреваемые заготовки движутся вдоль, перемещаемые толкателем, рольгангом или другими механизмами. Загрузка и выгрузка проходной печи производятся через окна в торцовых стенах печи или в боковых стенках вблизи торцов. В данном проекте рассматривается методическая печь ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь».

Внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) приобретает особое значение в связи с ростом требований к скорости вычисления, переработки и выдачи информации.

В ходе анализа режимов процесса были сформулированы основные требования к электроприводу движимого механизма методической печи.

Исходя из требований технологии, был выбран асинхронный двигатель типа АИР200L4 на номинальное напряжение 380 В.

С учетом требований технологического процесса и номинальных данных двигателя был выбран преобразователь частоты серии EI-9011. Данный преобразователь применяется для питания асинхронного двигателя, подключается через трансформатор серии ТСЗН-100/10/0,4-У3 к сети переменного тока .

В соответствии с требованиями разработана функциональная схема системы регулирования электропривода, включающая в себя контуры регулирования тока, потокосцепления, скорости и положения. На основе разработанной функциональной схемы была рассчитана структурная схема системы регулирования. Проведен расчет переходных процессов по электронной модели, выполненный в программе Matlab. В результате моделирования был сделан вывод о том, что рассчитанная система полностью удовлетворяет требованиям, предъявленным к электроприводу.

В результате замены преобразователя частоты был достигнут следующий экономический эффект:

- годовой объем производства увеличился на 0,4 %;
- себестоимость продукции снизилась на 104,21 руб.;
- валовая прибыль выросла на 1624,868 млн. руб.;
- рентабельность продукции составляет 2,307 %,
- капитальные вложения в размере 465,198 тыс. руб. окупятся за полгода.

В связи с вышесказанным, затраты на модернизацию можно считать оправданными.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

### **Модернизация газоперекачивающего оборудования в условиях ООО «Автогазтранс»**

**Воробьев А.С., студент группы БТТ-17з**

Целью выпускной квалификационной работы определена модернизация газоперекачивающего оборудования на предприятии ООО «АвтоГазТрас» посредством увеличения производительности двух газификационных установок СГУ-7КМ.

В работе приведены общие сведения о предприятии ООО «АвтоГазТрас» с описанием технологического процесса и основ безопасности на предприятии при работе с продуктами разделения воздуха. Приведено описание возможного варианта модернизации предприятия с заменой основного насосного оборудования.

Также в работе проведен расчет поршневого и центробежного насосов оборудования заправки баллонов сжатым газом и в системе «цистерна-газификатор». На основании результатов расчет осуществлен подбор оборудования с оценкой капиталовложений на рассматриваемый проект и выполнен технико-экономический расчет окупаемости проекта модернизации газоперекачивающего оборудования.

Согласно экономическим расчетам срок окупаемости проекта, предлагаемого в ВКР, составляет порядка 2,34 года, что указывает на хорошую технико-экономическую эффективность рассматриваемого варианта модернизации предприятия.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

### **Реконструкция систем технологического водоснабжения в условиях филиала «Ириклинская ГРЭС» АО «Интер РАО-Электрогенерация»**

**Ерхов К.С., студент группы БТТ-17з**

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта реконструкции системы технического водоснабжения Ириклинской ГРЭС, обеспечивающего переход от оборотной схемы водоснабжения станции с водохранилищем к схеме на основе испарительных градирен.

В работе проведен анализ базового цикла оборота воды, в результате чего, основываясь на фактических показателях станции был посчитан пережог условного топлива. Также посчитаны и подобраны вентиляторные градирни, проведен перерасчет пережога условного топлива для модернизированной схемы водоснабжения с вентиляторными градирнями. Проведена финансовая оценка капиталовложений разрабатываемого проекта.

Исходя из климатических условий местности, анализа среднечасового расхода воды на станции, возможного места размещения гидроохладителей было принято решение установить вентиляторные градирни СВГ-192-4 в количестве 6 штук с суммарным расходом охлаждаемой воды в 74400 м<sup>3</sup>/ч и насосы Д12500-24 в количестве 6 шт. с суммарной подачей 75000 м<sup>3</sup>/ч.

Экономическая оценка проекта указала на срок окупаемости порядка 0,5 лет, что указывает на очень высокую эффективность проекта. Увеличение стоимости материалов и работ даже в 2 раза по сравнению от расчетных на 2021-2022 годы не снизит привлекательность и эффективность проекта.

Также следует заметить, что реконструкция системы технического водоснабжения несет за собой не только коммерческую выгоду, но и экологическую.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

## **Модернизация энергоблока в условиях филиала «Ириклинская ГРЭС» АО «Интер РАО-Электрогенерация»**

**Полкунов Д.С., студент группы БТТ-17з**

В выпускной квалификационной работе выполнен проект модернизации четвертого энергоблока электрической станции АО «Ириклинская ГРЭС», результатом которого стало увеличение электрической мощности энергоблока от 300 МВт до 330 МВт, т.е. на 10 %. Увеличение электрической мощности было осуществлено посредством глубокой модернизации цилиндра высокого давления паровой турбины К-300-240-ЛМЗ в составе данного энергоблока.

В работе решены поставленные задачи:

- подробно описаны возможные пути модернизации энергоблока с раскрытием необходимости модернизации в целом;
- выбран наиболее эффективный способ модернизации с минимальными капитальными затратами;
- подробно описан способ модернизации паровой турбины посредством реактивного облопачивания цилиндра высокого давления;
- проведены расчеты паровой турбины и цилиндра высокого давления;
- проведен тепловой расчет схемы энергоблока после модернизации;
- проведена финансовая оценка капиталовложений в проект с указанием основных выполняемых работ;
- выполнен экономический расчет проекта, показавший короткий срок окупаемости рассматриваемого проекта – 6 месяцев.

Результаты и основные выводы, полученные в данной работе, дают общую картину энергоемкости и трудоемкости выполняемых модернизаций подобных паровых турбин и могут быть использованы при дальнейших расчетах и принятии окончательных решений в схожих вопросах.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

## **Модернизация кислородно-компрессорного оборудования в условиях АО «Уральская Сталь»**

**Ульрих В.В., студент группы БТТ-17з**

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта модернизации кислородно-компрессорного оборудования предприятия АО «Уральская Сталь» с последующим подбором силового оборудования и оценкой возможного срока окупаемости.

В общей части ВКР приведены общие сведения о предприятии и изложены основные проблемы, возникшие в кислородно-компрессорном цехе и возможные варианты их решения.

В специальной части ВКР выполнены основные поставленные задачи:

- определен тип воздушных компрессоров для установки на производстве;
- произведены расчеты центробежного и винтового компрессоров под требуемые параметры оборудования;
- принято окончательное решение принять к установке компрессорное оборудование центробежного типа;
- подобрано компрессорное оборудование и проведена финансовая оценка принятой системы выработки сжатого воздуха, согласно которой определен примерный срок окупаемости проекта за счет экономии электроэнергии и отсутствию капитальных ремонтов оборудования.

Согласно экономическим расчетам срок окупаемости проекта составил 4,5 года. Данный срок был посчитан с учетом неполной загрузки новой компрессорной станции после модернизации.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

## **Модернизация общеобменной вентиляции в производственном цехе ООО «Агро-Альянс ОМФ»**

**Хисматуллин Р.Р., студент группы БТТ-17з**

В выпускной квалификационной работе выполнен проект общеобменной вентиляционной системы взамен устаревшей системы недостаточной производительности в цехе производства макарон предприятия ООО «Агро-Альянс ОМФ».

Проект предусматривал расчет основных определяющих факторов и показателей климата в производственных зонах цеха, на основании которых в проекте был произведен подбор основного и вспомогательного оборудования. Проект также предусматривал оценку капиталовложений по отдельным статьям при внедрении нового вентиляционного оборудования в производственный процесс с последующей экономической оценкой окупаемости и снижения себестоимости производимой продукции.

В работе также в достаточной мере решены основные вопросы:

- рассчитан тепловой баланс производственного помещения с определением тепловыделений от оборудования, материала, излучения и рабочего персонала;
- произведен расчет с последующим подбором основных приточных и вытяжных воздуховодов вентиляции и построены схемы их прокладки;
- построена схема расположения основного вентиляционного оборудования;
- подобрано оборудование и представлены основные рекомендации по применению и выбору вспомогательных узлов;

Все предлагаемые решения в ВКР при их внедрении улучшают климат в производственных зонах помещения и приводят к снижению себестоимости продукции за счет снижения брака и отходов.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

### **Модернизация нагревательной печи с шагающим подом в условиях ООО «ГЗОЦМ «Гайская медь»**

**Орлова Т.Ю., студент группы БТТ-17з**

В выпускной квалификационной работе был проведен расчёт проекта модернизации нагревательной печи с шагающим подом № 2 предприятия ООО «ГЗОЦМ «Гайская медь».

Проект предусматривал расчет основных теплотехнических показателей печи, на основании которых производился подбор материалов и оборудования.

В первом разделе работы рассмотрен вопрос целесообразности проведения модернизации печи: описаны основные проблемы эксплуатации, а также предложены решения по их устранению.

На втором этапе работы произведен сравнительный расчет тепловых потерь через шамотную и керамоволокнистую кладки, который показал, что переход на футеровку из керамоволокнистых материалов позволит снизить тепловые потери печи на 20 %, а также отключать печь в конце каждого режима термообработки, что приведет к значительной экономии энергоресурсов.

Рассчитан тепловой баланс печи после выполнения всех мероприятий по модернизации. Рассмотрены вопросы экологии, а именно произведен проверочный расчет дымовой трубы и расчет выбросов вредных веществ в атмосферу.

Сформированы сметы капитальных затрат на модернизацию печи. Расчет плановых технико-экономических показателей предприятия показал, что данный проект является экономически целесообразным, срок окупаемости составит 4,3 года.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

## **Повышение эффективности тепловой работы воздухоразделительной установки №5 путем замены пластинчатого теплообменника на кожухотрубный**

**Лебеяднцев В.В., студент группы БТТ-17з**

Цель выпускной квалифицированной работы - замена пластинчатого теплообменного аппарата на кожухотрубный теплообменный аппарат отечественного производства.

В работе был произведен сравнительный анализ пластинчатого и кожухотрубного теплообменного аппарата, который показал превосходство кожухотрубного теплообменного аппарата над пластинчатым. Рассмотрены основные показатели надежности, исходя из которых кожухотрубный теплообменный аппарат, не смотря на свои большие размеры, имеет ряд преимуществ таких как: неприхотливость к качеству используемых теплоносителей, стойкость к гидравлическим ударам, малое количество уплотняющих прокладок и простота обслуживания и эксплуатации.

Замена существующего теплообменного аппарата на новый теплообменник разборного типа (кожухотрубный) позволит снизить риски простоя воздухоразделительной установки №5 по причине выхода теплообменника пластинчатого типа из строя из-за своих недостатков и невозможности охлаждения потока сжатого воздуха после турбодетандер-компрессорного агрегата воздухоразделительной установки.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

## **Модернизация парокотельной №1 ПАО «Орскнефтеоргсинтез»**

**Токмачев А.А., студент группы БТТ-17з**

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта модернизации паровой котельной №1 на нефтеперерабатывающем предприятии ПАО «Орскнефтеоргсинтез». Проект предусматривает анализ двух вариантов модернизации котельной с увеличением паропроизводительности и экономической оценкой подбираемого основного и вспомогательного оборудования.

В выпускной квалификационной работе:

- выполнен перерасчет существующего парового котла и тягодутьевого оборудования для режима повышенной производительности;
- выполнен расчет парового котла и тягодутьевого оборудования с его последующим подбором;
- произведен гидравлический расчет паропровода от дополнительного парового котла к центральному коллектору и тепловой расчет тепловой изоляции;

- разработана примерная принципиальная схема подключения дополнительного парового котла в общую паровую сеть предприятия;
- осуществлена экономическая оценка предлагаемого проекта.

Предлагаемый проект является технически и экономически эффективным, поскольку позволяет увеличить производительность котельной более, чем в 1,5 раза с минимальными изменениями в технологической схеме при относительно невысоких капитальных затратах (порядка 52,5 млн. руб.) в пределах предприятия, что обеспечивает срок окупаемости менее 5 лет.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Братковского Е.В.

### **Проектирование мусороперерабатывающего завода для муниципального образования город Новотроицк**

**Савельев В.В., студент группы БТТ-17з**

В выпускной квалификационной работе проведен анализ формирования бытового мусора в условия современных городов, рассмотрены основные способы его переработки. На основании анализа литературных данных предложен наиболее дешевый способ его частичной переработки – методом сжигания в колосниковой печи, предложен мусоросжигательный комплекс производительностью 50 тыс. в год.

В данной работе рассматриваются проблемы формирования и переработки бытового мусора и не рассматриваются проблемы переработки промышленных и техногенных отходов.

В работ, согласно поставленным задачам, были рассчитаны основные размеры мусоросжигательной печи, рассчитаны тепловые эффекты, выбраны горелки и тип вентилятора.

В экономической части рассчитаны основные показатели: капитальные затраты, удельная себестоимость переработки, прибыль, рентабельность и срок окупаемости всех затрат.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Братковского Е.В.

### **Модернизация системы водоснабжения в условиях АО «Уральская сталь»**

**Чулков Д.Ю., студент группы БТТ-17з**

В выпускной квалификационной работе затронута актуальная тема развития и модернизации водоснабжения на предприятиях черной и цветной металлургии на примере АО «Уральская сталь». Затронут прогноз дальнейшего состояния и направлений развития данных систем и оборудования.

Целью данной выпускной квалифицированной работы является модернизация системы охлаждения оборотного цикла МНЛЗ ЭСПЦ. А именно проект градирни башенной вентиляторной, производительностью 2000 м<sup>3</sup>/час, предназначенной для охлаждения оборотной технической воды контура охлаждения теплообменников МНЛЗ ЭСПЦ.

В выпускной квалифицированной работе в полной мере решены ранее поставленные задачи:

- выполнен расчет градирни башенной вентиляторной, производительностью 2000 м<sup>3</sup>/час, предназначенной для охлаждения оборотной технической воды контура охлаждения теплообменников МНЛЗ ЭСПЦ;

- рассмотрены вопросы экологии;

- просчитан экономический эффект от внедрения нового оборудования.

На основе проведенных расчетов можно утверждать, что предлагаемый проект является технически и экономически эффективным, поскольку позволяет снизить потребление водозабора на 4 % и обеспечивает окупаемость в пределах срока службы градирни.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

## РАЗДЕЛ V

### ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### Проектирование коксовой батареи по технологии без улавливания химических продуктов коксования для условий АО «Уральская сталь»

Байдингер Ю.С., студентка группы БХТ-17з

Основной целью работы являлось повышение и стабилизация качественных показателей кокса.

Известно, что средний срок службы батареи составляет 25-30 лет. Таким образом, перед КХП АО «Уральская Сталь» встаёт вопрос об обновлении печного фонда. Данный вопрос можно решить на основе строительства новых коксовых батарей: по классической технологии слоевого коксования или применить технологию без улавливания химических продуктов коксования (ПБУХПК).

Анализ работы КХП АО «Уральская Сталь» показал целесообразность строительства ПБУХПК. Строительство такой батареи даст возможность повысить производительность, снизить капитальные затраты на комплект машин (коксовыталикватель, коксовый вагон, дверосъемную машину небольших размеров с большегрузными печами), при этом в кладке печей БУХПК требуется меньшее количество фасонных изделий.

Кроме этого, технология без улавливания химических продуктов коксования позволяет отказаться от строительства и обслуживания цеха улавливания и снизить вредное воздействие на окружающую среду.

Система работы печи БУХПК представлена на рисунке.

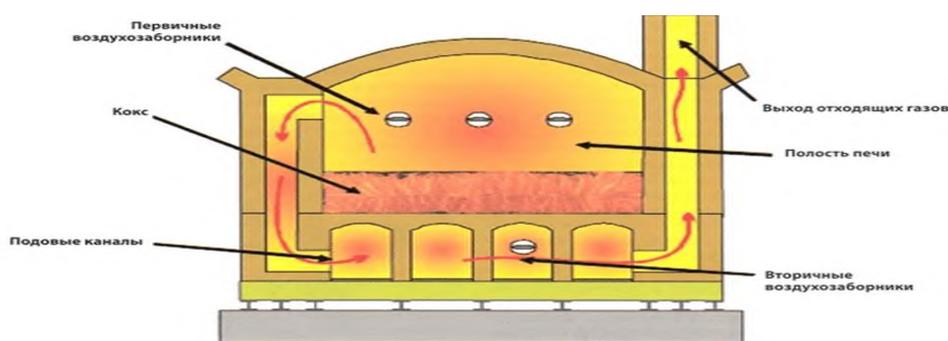


Рисунок – Система работы печи БУХПК

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МиЕ, к.т.н. Алексеева Д.И. и при содействии зав. кафедры МиЕ, к.п.н. Швалева А.В.

## Создание регрессионной математической модели методом постановки полнофакторного эксперимента для решения производственных задач коксохимического производства

Демченко Н.П., студентка группы БХТ-17з

Основная цель работы – это создание математической модели для прогнозирования показателей качества кокса с целью решения оперативных задач шихтования на КХП АО «Уральская Сталь».

Основной продукт коксохимического производства – доменный кокс. При этом на особом контроле находятся качества, которые должны удовлетворять требованиям потребителя. Одним из главных показателей является показатель механической прочности, а также показатель истираемости. От данных показателей зависят технические и экономические критерии оценки расхода кокса и производительности. Для доменного производства качество кокса является одним из важных составляющих.

С помощью математической модели возможно решить такие задачи как:

- решение проблемы ухудшения сырьевой базы коксования;
- необходимость вовлечения слабококсующихся углей;
- решение вопросов оперативного шихтования из имеющихся на предприятии углей;
- оптимизация стоимости и качества шихты для коксования.

На АО «Уральская Сталь» вследствие значительных колебаний в качестве шихтокомпонентов, что связано с частой сменой поставщиков, применением нерациональной схемы дробления углей перед коксованием (ДШ), наблюдается снижение качества кокса. Это, в свою очередь, негативным образом сказывается на работе доменного производства. Таким образом, становится актуальным вопрос об улучшении сырьевой базы коксования предприятия.

В ВКР предложено применение математической модели А.С. Станкевича. В табличном процессоре Excel была воспроизведена модель (рисунок). Установлено, что модель полностью проходит проверку на адекватность, что подтверждается конкретными примерами моделирования:

- было смоделировано изменение степени окисленности угля;
- в ходе постановки активного эксперимента и реализации ПФЭ были получены уравнения для  $M_{25}$  и  $M_{10}$ ;
- получена зависимость предложенного индекса коксуетности  $K_{M25}$ .

Модель А.С. Станкевича адекватна при прогнозировании динамики изменения качества кокса в случае применения новых, ранее неприменявшихся на производстве марок углей.

Разработанные модели и подходы к прогнозированию качества кокса по показателям  $M_{10}$  и  $M_{25}$  позволяют определить качество кокса из исходных углей. Подобный подход позволяет оперативно управлять качеством кокса на АО «Уральская сталь» и проводить оптимизацию по целевым показателям.

Разработанные подходы к моделированию позволяют установить состав шихты с повышенным содержанием малоценных углей, что возможно за счёт эффективного сочетания различных марок углей между собой. Подобные решения делают возможным производство кокса с высоким качеством по показателям  $M_{10}$  и  $M_{25}$  и минимальными затратами на исходное сырьё.

Проведенный анализ модели и проверка ее на адекватность показали целесообразность применения в производстве. Тем самым, математическая модель позволяет на основе параметров качества кокса и шихты результативно управлять процессом шихтования. При этом можно добиться производства кокса более высокого качества с меньшими затратами.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МиЕ, к.т.н. Алексеева Д.И. и при содействии зав. кафедры МиЕ, к.п.н. Швалева А.В.

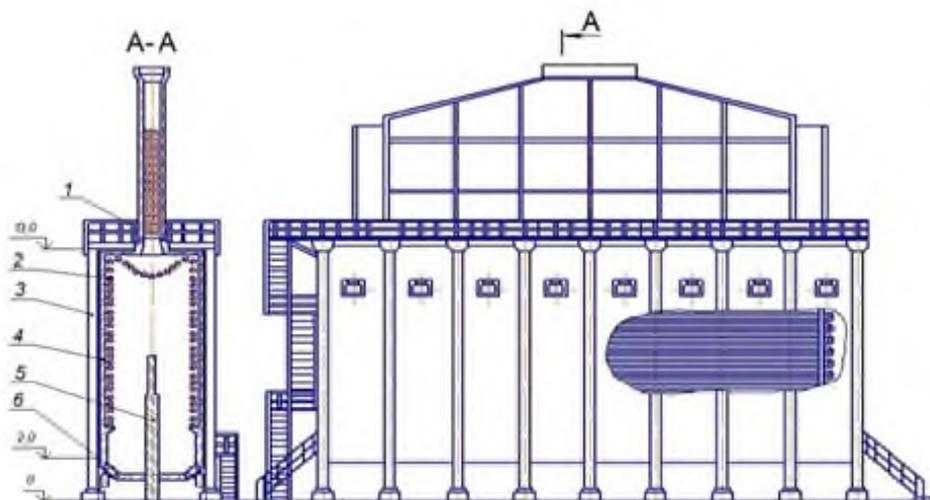
### **Технология переработки каменноугольной смолы в условиях АО «Уральская сталь»**

**Дорохова В.А., студентка группы БХТ-17з**

Основная цель работы расчёт основных параметров цеха по переработке смолы. Основной упор сделан на расчёт параметров трубчатой печи.

Проведенный анализ литературы и опыт российских коксохимических предприятий, переработка смолы позволяет создавать продукцию с добавленной стоимостью, а именно фенольную, поглотительную, нафталиновую, антраценовую фракции. Переработка каменноугольной смолы состоит в разделении ее на фракции ректификацией с последующей кристаллизацией и повторной ректификацией полученных фракций. Процесс осуществляется на установках непрерывного действия с подогревом каменноугольной смолы до 380-400 °С в трубчатых печах высокой производительностью 50000 тыс. т/год и разделением на фракции в мощных ректификационных колоннах.

На основании анализа работы «Уральская Сталь» в ВКР предлагается строительство цеха непрерывной разгонки каменноугольной смолы. Необходимо внедрить оборудование, – это трубчатая печь (рисунок), холодильники для конденсации фракций, насосы, сборные емкости, ректификационные колонны. Благодаря этому мы можем говорить об увеличении производительности.



1 – лестничная площадка; 2 – змеевик радиантных труб; 3 – каркас;  
4 – футеровка; 5 – настильная стенка; 6 – горелки наклонные  
Рисунок – трубчатая печь

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МиЕ, к.т.н. Алексеева Д.И. и при содействии зав. кафедры МиЕ, к.п.н. Швалева А.В.

### **Совершенствование технологии производства «рассола» для получения бикарбоната натрия**

**Головин А.С., студент группы БХТ-17з**

Основной целью данной работы является повышение качества бикарбоната натрия, с внедрением карбонизации для очистки рассола.

В настоящее время на ООО «НСЗ» (Новотроицкий содовый завод), при очистке рассола содовым методом, тратится много времени на осаждение солей кальция, т.к. в реактор задается большое количество соды. Так же бывают проскоки кальция в очищенном рассоле при больших объемах производства, что влечет за собой получение бикарбоната натрия с примесями, а также забивание трубопроводов и аппаратуры.

Для повышения стабилизации качественных показателей бикарбоната натрия при получении кальцинированной соды высокого качества, проектом предусматривается технология карбонизации сырого рассола двуокисью углерода.

Это обеспечит:

- улучшение качественных показателей бикарбоната натрия, за счет снижения примесей;
- уменьшение расхода кальцинированной соды на 5 тыс. тонн в год;
- снизить затраты на ремонт аппаратуры, а также исключить аварийные остановки из-за забивания трубопроводов.

Данная технология позволит производить дополнительную очистку

рассола, за счет небольших вложений.

Калькуляция себестоимости кальцинированной соды в плановом периоде приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная калькуляция себестоимости 1 т. кальцинированной соды в базовом и в плановом периодах, руб./тонну

Наименование статей калькуляции	Базовый период	Плановый период	Отклонение
1	2	3	4
Объем производства, т:	50000	55000	5000
Основное сырье	10053,54	9048,17	-1005,35
Основное топливо	3389,63	3389,63	-482,78
Расходы по переделу			
Технологическое топливо	1541,65	1457,56	-84,09
Электроэнергия	971,25	971,25	0
Пар	2305,16	2179,42	-125,74
Вода	617,84	617,84	0
Заработная плата	172,28	166,01	-6,27
Страховые взносы	68,29	65,81	-2,48
Ремонт основных фондов	374,32	333,83	-40,49
Содержание основных фондов	179,86	178,22	-1,64
Амортизация	45,15	48,94	-3,79
Прочие расходы	37,74	37,05	-0,69
Итого расходы по переделу	6296,93	6072,62	-224,31
Итого себестоимость продукции	19740,1	18514,21	-1224,89

Плановая себестоимость кальцинированной соды составила 18514,21 руб./т. Абсолютное изменение себестоимости составило:

$$\Delta СБ_{\text{абс}} = 18514,21 - 19740,1 = - 1224,89 \text{ руб./т.}$$

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МиЕ, д.т.н. Петухова В.Н. и при содействии зав. кафедры, к.п.н. Швалева А.В.

## Технология обогащения хромовой руды с получением концентратов для выплавки ферросплавов

Игонин И.А., студент группы БХТ-17з

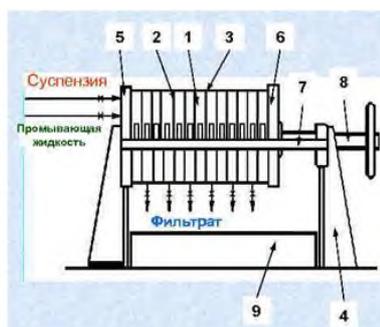
Основная цель работы – повышение количества производимого металлоконцентрата за отработанное время оборудования.

Основным недостатком является то, что обогащение работает на оборотной воде из-за чего необходимо периодически останавливать подачу материала на конвейер для перефильтрации оборотной воды. С установкой пресс-фильтров (рисунки 1, 2) мы избавимся от этой проблемы и увеличим количество производимого материала на 50 % за отработанное время, с 2 тонн в час до 3 тонн.

В настоящее время для мировой практики характерно повышение интереса к исследованиям переработки бедных хромовых руд, увеличения извлекаемости полезных компонентов из хвостов обогащения и отвалов, а также комплексного использования руд.



Рисунок 1 – Пресс-фильтр



1 – рама; 2 – плита; 3 – фильтрующая ткань; 4 – станина; 5 – упорная плита; 6 – подвижная концевая плита; 7 – горизонтальная направляющая; 8 – зажимной винт; 9 – сборный желоб для фильтрата или промывной жидкости

Рисунок 2 – Рамный пресс-фильтр

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МиЕ, д.т.н. Петухова В.Н. и при содействии зав. кафедры МиЕ, к.п.н. Швалева А.В.

# Совершенствование технологии оборотного водоснабжения КХП АО Уральская Сталь" с целью снижения загрязнения природной среды

Кузьмина О.Е., студентка группы БХТ-17з

Основной целью работы является проверка оказания влияния испарений от резервуаров очистных сооружений на атмосферный воздух, обуславливающая максимальные выбросы вредных веществ загрязняющих природную среду г. Новотроицка.

При очистке сточных вод, загрязненных летучими неорганическими соединениями (например, аммиаком, сероводородом), при использовании отстойников, открытых буферных емкостей и прочего могут образовываться выбросы (запахи) в атмосферу этих загрязняющих веществ, т. е. может происходить перемещение загрязняющих веществ из водной среды в воздушную (атмосферу). Выбросы в атмосферу могут также образовываться при смешивании потоков вод с различными температурами и при добавлении кислот или щелочей для изменения водородного показателя.

Анализ работы очистных сооружений, определил возможность совершенствования процесса очистки, а именно возврата части объема стоков в количестве 18000 тыс./м<sup>3</sup>.

На основании анализа работы АО «Уральская Сталь» в ВКР предлагается реконструкция БХУ (рисунок). Реконструкция подразумевает внедрить в технологический процесс установки обратного осмоса: проведен подбор мембран МГА 90, рассчитано число аппаратов в установке (составляет 18 штук).

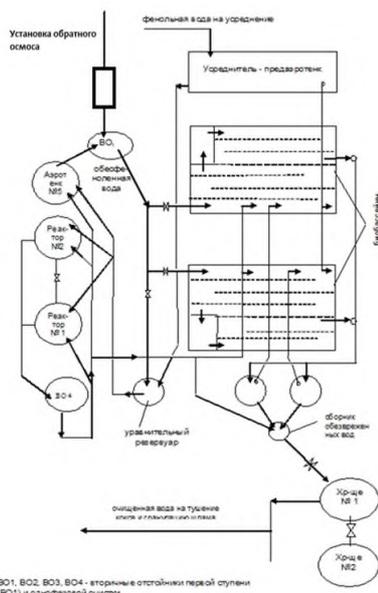


Рисунок – Схема однофазной биометрической очистки сточных вод КХП после модернизации

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МиЕ, д.т.н. Петухова В.Н. и при содействии зав. кафедры МиЕ, к.п.н. Швалева А.В.

## Повышение стабилизации качественных показателей кокса за счет своевременного ремонта камер коксовых печей

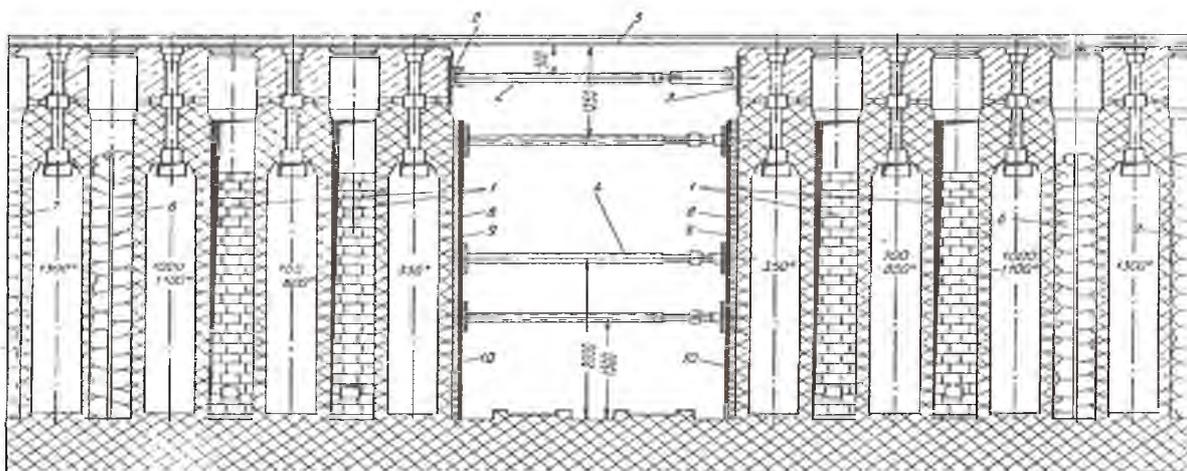
Леонов О.А., студент группы БХТ-17з

Основная цель работы – повышение и стабилизация качественных показателей кокса, за счет своевременного ремонта камер коксования.

Проведенный анализ литературы и опыт российских коксохимических предприятий, можно смело сказать, что своевременный ремонт камер коксования позволяет повысить качественные показатели металлургического кокса.

На АО «Уральская Сталь» из-за вышедшего из строя печного фонда, идет потеря годового плана производства кокса, это же в свою очередь плохо сказывается на доменном производстве, а также улавливании химических продуктов коксования.

На основании анализа работы АО «Уральская Сталь» в ВКР предлагается ремонт обогревательных простенков на различную длину. Ремонт камер коксования позволит проработать коксовым батареям от 7-12 лет включительно, а также повысить качественные показатели кокса. Схема расположения и температурный режим буферных и полубуферных печей при перекладке группы простенков изображена на рисунке.



1 – буферные печи с перемычками; 2 – упорные швеллеры;  
3 – изоляционные щиты; 4 – винтовые распорки; 5 – рельс загрузочного вагона; 6, 7 – кокс в полубуферных печах; 8 – муллитокремнеземистая изоляция; 9, 10 – изоляционные щиты

Рисунок – Схема ремонта обогревательных простенков

Ремонт коксовой батареи позволит повысить производственную мощность батареи с 300 тыс. тонн в год до 426 тыс. тонн кокса 6 %. Благодаря этому мы можем говорить об увеличении производительности коксовой батареи №1 (таблица), улучшению спекаемости, а также качественных показателей кокса по M25 и M10.

Разогрев кладки при ремонте корнюрной зоны		Разогрев кладки без ремонта корнюрной зоны	
Интервалы температур, °С	Количество суток	Интервалы температур, °С	Количество суток
До 100	3	До 100	2
100-300	8	100-300	2
300-500	4	300-500	2
500-600	3	500-700	3
600-900	3	700-900	1
Итого	21	Итого	10

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МиЕ, д.т.н. Петухова В.Н. и при содействии зав. кафедры МиЕ, к.п.н. Швалева А.В.

### **Реконструкция первого блока углеподготовительного цеха КХП АО «Уральская Сталь» в связи с предварительной сушкой шихты перед коксованием**

**Лоскутова К.Н., студентка группы БХТ-17з**

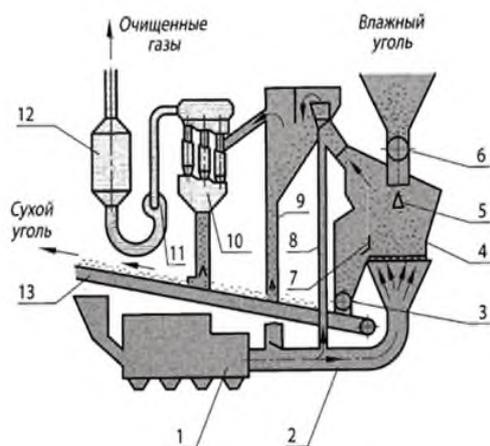
Основной целью работы является улучшение качественных показателей кокса в связи с предварительной сушкой угольной шихты перед коксованием.

Изучив опыт Российских коксохимических предприятий и проведя анализ литературы и статей, можно заключить, что сушка готовой шихты перед коксованием сделает возможным повышение качественных показателей кокса М10 и М25, и повысит прочность кокса приблизительно на 2-3 %.

Из-за частой смены поставщиков на АО «Уральской Стали», и в следствии значительных колебаний качества шихтокомпонентов, а также из-за использования нерациональной схемы дробления углей перед коксованием (схема ДШ), заметно стремление к снижению показателей качества кокса, все это отрицательно влияет на доменное производство. Требуется реконструкция.

Исходя из комплексного анализа работы АО «Уральская Сталь», в выпускной квалификационной работе предложена реконструкция углеподготовительного цеха.

Реконструкция предполагает введение в технологический процесс сушку шихты, поступающую на батарею №1, благодаря строительству сушильной установки псевдокипящего слоя. Сушилка изображена на рисунке.



1 – топка; 2 – газоход; 3,6 – питатели сухого и влажного угля; 4 – сушильная камера; 5 – конусный разбрасыватель; 7 – шибер донной разгрузки; 8 – обводной газоход; 9 – разгрузочная камера; 10,12 – сухой и мокрый пылеуловители; 11 – дымосос; 13 – сборный конвейер

Рисунок – Схема сушилки кипящего слоя

Значительно понизить влажность шихты приблизительно с 8,4 до 5 % позволит строительство и введение в схему сушилки кипящего слоя, что обеспечит рост насыпного веса угольной шихты, поступающей в коксовые печи на 3 %. По причине этого можно утверждать о том, что производительность коксовой батареи №1 возрастет. Спекаемость, в свою очередь, улучшится, а качественные показатели по М25 и М10 значительно возрастут, приблизительно на 1,5 и 0,5 % соответственно.

Таблица – Расход шихты фактической массы и выработка кокса до и после реконструкции

№ батареи	В год, т/год			
	Расход шихты		Выработка кокса	
	До	После	До	После
Всего	1295026,60	1307975,90	970391,40	992461,80
1	431644,13	444593,45	331648,30	354724,00
3, 4	863382,52	863382,52	663147,00	663147,00
	Среднесуточно, т/сут.			
Всего	3548,01	3583,49	2658,60	2719,07
1	1182,58	1218,06	908,60	971,90
3,4	2365,43	2365,43	1816,80	1816,80

Работа выполнена под руководством профессора кафедры МиЕ, д.т.н. Петухова В.Н. и при содействии зав. кафедры МиЕ, к.п.н. Швалева А.В.

# СОДЕРЖАНИЕ

## РАЗДЕЛ I МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

<b>Айвазян Л.А., студентка группы БМТ-18</b> ИНТЕНСИФИКАЦИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В РЕЗУЛЬТАТЕ УВЛАЖНЕНИЯ ПРОСАСЫВАЕМОГО ЧЕРЕЗ СПЕКАЕМЫЙ СЛОЙ ВОЗДУХА.....	3
<b>Мирманов М.Б., студент группы БМТ-18</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	4
<b>Смирнова Е.А., студентка группы БМТ-18</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВАКУУМИРОВАНИЯ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ».....	5
<b>Величко Д.А., студентка группы БМТ-18</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БЕЗДОМЕННЫХ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ТРУДНООБОГАТИМЫХ РУД.....	7
<b>Баянова А.С., студентка группы БМТ-18</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА С ПОЛУЧЕНИЕМ ГРАНУЛИРОВАННОГО ЧУГУНА И ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ЦИНКА.....	8
<b>Баянова А.С., студентка группы БМТ-18</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАГРЕВА ДУТЬЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ №1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	9
<b>Важенин И.Е., студент группы БМТ-18</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ С ПОНИЖЕННЫМ УРОВНЕМ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	10
<b>Гудкова А.М., студентка группы БМТ-18</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛОСЫ НА СТАНЕ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ 2000 ПАО «ММК».....	12
<b>Гайникамалов Р.М., студент группы БМТ-17з</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАФИНИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ХРОМА В УСЛОВИЯХ АО «НЗХС».....	13
<b>Голушко Н.Е., студент группы БМТ-18</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ ВЫСОКОХРОМИСТОГО ИЗНОСОСТОЙКОГО ЧУГУНА В УСЛОВИЯХ АО «НЗХС».....	14
<b>Ефанов К.А., студент группы БМТ-17з</b> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТОВАРНОГО ЧУГУНА В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	15
<b>Калинина В.А., студентка группы БМТ-18</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДУТЬЕВОГО РЕЖИМА ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ...	16
<b>Коломеец Е.С., студент группы БМТ-18</b> ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА АГЛОДОМЕННОЙ ШИХТЫ С ЦЕЛЬЮ СОКРАЩЕНИЯ ИЗДЕРЖЕК ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА.....	18
<b>Кудряшев П.В., студент группы БМТ-17з</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНОГО ФАСОННОГО ЛИТЬЯ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	18
<b>Любимова Я.Р., студентка группы БМТ-17з</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ	

ОТСОРТИРОВКИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ПО ДЕФЕКТУ «СЕТЧАТАЯ ТРЕЩИНА».....	19
<b>Маркушин Д.Д., студент группы БМТ-17з</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ В РЕЗУЛЬТАТЕ СТАБИЛИЗАЦИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ И КРУПНОСТИ КОКСА В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	21
<b>Мартенс И.П., студент группы БМТ-18</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ СОСТАВА, ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ И СОДЕРЖАНИЯ МЕЛОЧИ В АГЛОМЕРАТЕ.....	22
<b>Маслов А.Е., студент группы БМТ-17з</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАГРЕВА ДУТЬЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ №4 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	23
<b>Николи Н.К., студентка группы БМТ-18</b> ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И СВОЙСТВ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ ДЛЯ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ.....	24
<b>Петрашкевич П.А., студентка группы БМТ-18</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПУТЕМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА.....	25
<b>Половинкин А.А., студент группы БМТ-17з</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРАНУЛЯЦИИ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	26
<b>Пыхтин В.А., студент группы БМТ-17з</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНОВОЙ МЕДИ В УСЛОВИЯХ ООО «ММСК».....	26
<b>Рязов Ю.А., студент группы БМТ-17з</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	28
<b>Сотникова Е.Ю., студентка группы БМТ-18</b> РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА СКИПОВОГО АГЛОМЕРАТА.....	28
<b>Тарабрин В.А., студент группы БМТ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСА ГАЗООЧИСТКИ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	29
<b>Шептенко А.Ю., студент группы БМТ-17з</b> РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ УВЛАЖНЕНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	30
<b>Штифонов С.С., студент группы БМТ-17з</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕСУЛЬФУРАЦИИ ФЕРРОХРОМА В УСЛОВИЯХ АО «НЗХС».....	32
<b>Шелкоплясова В.А., студентка группы БМТ-17з</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОКОМКОВАНИЯ АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ШИХТЫ.....	32
<b>Агафонова А.С., студентка группы БМТ-17з</b> ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	33
<b>Лицына Л.Т., студентка группы БМТ-17з</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИСЛОРОДА ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ В ГИБКИХ МОДУЛЬНЫХ ПЕЧАХ.....	34
<b>Марамзина Д.А., студентка группы БМТ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ АГЛОМАШИНЫ С ЦЕЛЬЮ	

## РАЗДЕЛ II МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

<b>Свиридова Е.Н., студентка группы БТМО-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ МОТАЛКИ ЛИНИИ ПРОДОЛЬНОЙ РЕЗКИ ПРОКАТНОГО ЦЕХА ООО «ГАЙСКИЙ ЗАВОД ПО ОБРАБОТКЕ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ».....	37
<b>Хисаметдинов В.М., студент группы БТМО-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ РАЗРАВНИВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЗАГРУЗКИ ВАГОНОВ КОКСОВОЙ МЕЛОЧЬЮ УЧАСТКА КОКСОСОРТИРОВКИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	38
<b>Карпов С.В., студент группы БТМО-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СУЛЬФАТНОГО ОТДЕЛЕНИЯ ЦЕХА УЛАВЛИВАНИЯ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	39
<b>Кузькин В.В., студент группы БТМО-17з</b> РЕИНЖИНИРИНГ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ДОЗИРОВКИ КОМПОНЕНТОВ ШИХТЫ УСРЕДНИТЕЛЬНОГО СКЛАДА АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	41
<b>Цымбалюк Е.О., студент группы БТМО-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИВОДА НАЖИМНОГО УСТРОЙСТВА РЕГУЛИРОВКИ ПОЛОЖЕНИЯ ВАЛКОВ ЛИСТОПРАВИЛЬНОЙ МАШИНЫ ЛИСТОПРОКАТНОГО ЦЕХА №1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	42
<b>Бибнев А.Е., студент группы БТМО-18</b> РЕИНЖИНИРИНГ ЛАБОРАТОРНОГО ОКОМКОВАТЕЛЯ НОВОТРОИЦКОГО ФИЛИАЛА НИТУ «МИСИС».....	43
<b>Князев Н.А., студент группы БТМО-18</b> РЕИНЖИНИРИНГ ЛАБОРАТОРНОГО ГРОХОТА НОВОТРОИЦКОГО ФИЛИАЛА НИТУ МИСИС».....	45
<b>Мадатов Р.Р., студент группы БТМО-18</b> РЕИНЖИНИРИНГ КОКСОВОГО ГРОХОТА ДОМЕННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	46
<b>Султанова А.А., студентка группы БТМО-18</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ СКАЛЫВАНИЯ НАСТЫЛЕЙ В ЧУГУНОВОЗНЫХ КОВШАХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	48
<b>Холодов М.А., студент группы БТМО-18</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШКИВНОГО МЕТАЛОТДЕЛИТЕЛЯ ДЛЯ ФАСОННОЛИТЕЙНОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	50
<b>Штемпель Е.В., студент группы БТМО-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ОДНОВАЛКОВОЙ ДРОБИЛКИ ДО 1,3x2,8 АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	51
<b>Яхин А.Р., студент группы БТМО-18</b> РЕИНЖИНИРИНГ ЛАБОРАТОРНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ НОВОТРОИЦКОГО ФИЛИАЛА НИТУ «МИСИС».....	52
<b>Беликов П.И., студент группы БТМО-18</b> РЕИНЖИНИРИНГ ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА А-5 АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА.....	53
<b>Богданова Е.Н., студентка группы БТМО-18</b> РАЗРАБОТКА АВТООПЕРАТОРА ПОРТАЛЬНОГО ГАЛЬВАНИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ЦЕХА №2 АО «МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД».....	55

<b>Дониченко А.И., студент группы БТМО-18</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБРУШЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В БУНКЕРАХ ДОМЕННОГО ЦЕХА.....	56
<b>Литвинов Р.Ю., студент группы БТМО-18</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБРУШЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ В БУНКЕРАХ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ЦЕХА.....	57
<b>Максименко К.А., студентка группы БТМО-18</b> РЕИНЖИНИРИНГ ТОКАРНО-ВИНТОВОГО СТАНА 16К20 МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА.....	58
<b>Чекменёва Е.А., студентка группы БТМО-18</b> КОНСТРУИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБМОТЧИКА ДЛИННОМЕРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ».....	60
<b>Бикмухамбетов Р.И., студент группы БТМО-18з</b> РЕИНЖИНИРИНГ ГОРИЗОНТАЛЬНО-КОВОЧНОЙ МАШИНЫ АО «АКТЮБИНСКИЙ ЗАВОД НЕФТЯНООГО ОБОРУДОВАНИЯ».....	61
<b>Самылин Р.А., студент группы БТМО-18з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ МЕЛКОГО ДРОБЛЕНИЯ КМД-2200 КОМПЛЕКСА МЕЛКОГО ДРОБЛЕНИЯ ПАО «ГАЙСКИЙ ГОК».....	62
<b>Ишмухаметов Р.Э., студент группы БТМО-18з</b> РЕИНЖИНИРИНГ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ЦЕХА №1 АО «НОВОТРОИЦКИЙ ЗАВОД ХРОМОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ».....	64
<b>Максимова Д.В., студент группы БТМО-18</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ МАРКИРОВКИ ПРОКАТА В ЛИСТОПРОКАТНОМ ЦЕХЕ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	65
<b>Шкурко Т.Г., студентка группы БТМО-18</b> РЕНЖИНИРИНГ ВАГОНА-ХОППЕРА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ АГЛОМЕРАТА И ДРУГИХ МАТЕРИАЛОВ.....	66

### РАЗДЕЛ III ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРЕДПРИЯТИИ

<b>Цигульская В.Е., студентка группы БЭК-17з</b> ОЦЕНКА БАНКОВСКОГО ПОРТФЕЛЯ И ПУТИ ЕГО ОПТИМИЗАЦИИ НА ПРИМЕРЕ АО «РОССЕЛЬХОЗБАНК».....	67
<b>Мазурин А.О., студент группы БМН-17з</b> ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ПЕРСОНАЛА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ»).....	69
<b>Варшавская А.А., студентка группы БЭК-17з</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРОТНЫМ КАПИТАЛОМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ»).....	71
<b>Рулева Н.А., студентка группы БЭК-17з</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ПАО «ГАЙСКИЙ ГОК».....	74
<b>Тихонов А.А., студент группы БМН-17з</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»).....	76
<b>Лагодич Ю.М., студентка группы БЭК-17з</b> УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ НА ПРИМЕРЕ ООО «ЦПМ».....	80

<b>Прокашева Н.Е., студентка группы БЭК-17з</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ДЕБИТОРСКОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ ООО «МОЛОКО».....	81
--	----

## РАЗДЕЛ IV ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

<b>Валентир В.И., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШЛАКОВОЗА В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	85
<b>Абдиев Р.А., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСФЕРКАРА 70Т В УСЛОВИЯХ ДОМЕННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	87
<b>Абельянец У.В., студентка группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ГОРИЗОНТАЛЬНО-РАСТОЧНОГО СТАНКА H100A В УСЛОВИЯХ ООО «РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД»...	92
<b>Ахметулы Н., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	98
<b>Галуша Д.Д., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СГУСТИТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ «ERG CP ДОНСКОЙ ГОК».....	104
<b>Дацышин К.В., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «НОВОТРОИЦКИЙ СОДОВЫЙ ЗАВОД».....	104
<b>Дикарева А.Д., студентка группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА СКРЕБКОВОГО КОНВЕЙЕРА В УСЛОВИЯХ АО «НОВОТРОИЦКИЙ ЗАВОД ХРОМОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ».....	105
<b>Жакасова А.С., студентка группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЗАГРУЗОЧНОГО СТОЛА В УСЛОВИЯХ ЛИСТОПРОКАТНОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	106
<b>Кирхмаер Н.А., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИВОДА ПОДАЧИ ТОКАРНО-ВИНТОВОГО СТАНКА В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	115
<b>Котенко Д.С., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИСКОВЫХ НОЖНИЦ В УСЛОВИЯХ ЛПЦ-1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	122
<b>Мусиреев А.М., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВАГОН-ВЕСОВ В УСЛОВИЯХ ДОМЕННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	128
<b>Новиков Е.С., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ГРАДИРИИ БМГ-1500 В УСЛОВИЯХ АО «НОВОТРОИЦКИЙ ЗАВОД ХРОМОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ».....	129
<b>Печенков Д.А., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ШАХТНОГО ЛИФТА В УСЛОВИЯХ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА «ДЖУСИНСКИЙ» ЗАО «ОРМЕТ».....	134
<b>Шитов В.В., студент группы БЭЭ-18</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА ЦЕХА СУХИХ СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ ООО «НОВОТРОИЦКИЙ СОДОВЫЙ ЗАВОД»....	140

<b>Гирин К.А., студент группы БЭЭ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РОЛИКОВОЙ ПЕЧИ ЛПЦ-1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	141
<b>Гришун Е.И., студент группы БЭЭ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КАНТОВАТЕЛЯ ЛИСТОВ СТАНА 2800 ЛПЦ-1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	142
<b>Лаврентьева И.А., студентка группы БЭЭ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА РОЛЬГАНГА ПЕЧНОГО ГИДРОСБИВА ЛПЦ-1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	142
<b>Непочатых В.Ю., студент группы БЭЭ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	143
<b>Жененко А.И., студент группы БЭЭ-18</b> РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СКОРОСТИ ВЫТЯГИВАНИЯ ЗАГОТОВКИ МНЛЗ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	144
<b>Цуканов А.В., студент группы БЭЭ-18</b> ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОВ ДЛЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК.....	145
<b>Ершов Е.В., студент группы БЭЭ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОВОРОТА ЭКСКАВАТОРА ЭКГ5А В УСЛОВИЯХ ДОМЕННОГО ЦЕХА АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	146
<b>Федосов А.В., студент группы БЭЭ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТАЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЭ320 В УСЛОВИЯХ АО «ГАЗПРОМ ЭЛЕКТРОГАЗ».....	146
<b>Семьянихин С.В., студент группы БЭЭ-17з</b> РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ ФКУ ИК-3 УФСИН РОССИИ ПО ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ.....	147
<b>Табельский Д.Г., студент группы БЭЭ-17з</b> РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ЗАГОТОВКИ В МЕТОДИЧЕСКУЮ ПЕЧЬ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	148
<b>Воробьев А.С., студент группы БТТ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ООО «АВТОГАЗТРАНС».....	149
<b>Ерхов К.С., студент группы БТТ-17з</b> РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ФИЛИАЛА «ИРИКЛИНСКАЯ ГРЭС» АО «ИНТЕР РАО-ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ».....	150
<b>Полкунов Д.С., студент группы БТТ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОБЛОКА В УСЛОВИЯХ ФИЛИАЛА «ИРИКЛИНСКАЯ ГРЭС» АО «ИНТЕР РАО-ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ».....	151
<b>Ульрих В.В., студент группы БТТ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ КИСЛОРОДНО-КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	151
<b>Хисматуллин Р.Р., студент группы БТТ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБЩЕОБМЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЦЕХЕ ООО «АГРО-АЛЬЯНС ОМФ».....	152
<b>Орлова Т.Ю., студентка группы БТТ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ С ШАГАЮЩИМ ПОДОМ В УСЛОВИЯХ ООО «ГЗОЦМ «ГАЙСКАЯ МЕДЬ».....	153

<b>Лебединцев В.В., студент группы БТТ-17з</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ ВОЗДУХОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ №5 ПУТЕМ ЗАМЕНЫ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА НА КОЖУХОТРУБНЫЙ.....	154
<b>Токмачев А.А., студент группы БТТ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ ПАРОКОТЕЛЬНОЙ №1 ПАО «ОРСКНЕФТЕОРГСИНТЕЗ».....	154
<b>Савельев В.В., студент группы БТТ-17з</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ЗАВОДА ДЛЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОД НОВОТРОИЦК.....	155
<b>Чулков Д.Ю., студент группы БТТ-17з</b> МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	155

## РАЗДЕЛ V ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

<b>Байдингер Ю.С., студентка группы БХТ-17з</b> ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОКСОВОЙ БАТАРЕИ ПО ТЕХНОЛОГИИ БЕЗ УЛАВЛИВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ КОКСОВАНИЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	157
<b>Демченко Н.П., студентка группы БХТ-17з</b> СОЗДАНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕТОДОМ ПОСТАНОВКИ ПОЛНОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	158
<b>Дорохова В.А., студентка группы БХТ-17з</b> ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ В УСЛОВИЯХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	159
<b>Головин А.С., студент группы БХТ-17з</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА «РАССОЛА» ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИКАРБОНАТА НАТРИЯ.....	160
<b>Игонин И.А., студент группы БХТ-17з</b> ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ ХРОМОВОЙ РУДЫ С ПОЛУЧЕНИЕМ КОНЦЕНТРАТОВ ДЛЯ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСПЛАВОВ.....	162
<b>Кузьмина о.Е., студентка группы БХТ-17з</b> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КХП АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ Г. НОВОТРОИЦК.....	163
<b>Леонов О.А., студент группы БХТ-17з</b> ПОВЫШЕНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОКСА ЗА СЧЕТ СВОЕВРЕМЕННОГО РЕМОНТА КАМЕР КОКСОВЫХ ПЕЧЕЙ.....	164
<b>Лоскутова К.Н., студентка группы БХТ-17з</b> РЕКОНСТРУКЦИЯ ПЕРВОГО БЛОКА УГЛЕПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦЕХА КХП АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ» В СВЯЗИ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ СУШКОЙ ШИХТЫ ПЕРЕД КОКСОВАНИЕМ.....	165

# **НАУКА – ЭТО ТЫ!**

**Сборник трудов  
студенческой научно-технической конференции**

**Выпуск 11  
2022**

Компьютерная верстка П.В. Гавриш

Формат 60X84 1/16. Бумага писчая.

Плоская печать. Уч.-изд.л. 10,9.

Тираж 100 экз.

За ошибки, опечатки и неточности в материалах конференции

НФ НИТУ «МИСиС»

ответственности не несет

---

НФ НИТУ «МИСиС»

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, дом 8

---