



**СБОРНИК ТРУДОВ
СТУДЕНЧЕСКОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

НАУКА – ЭТО ТЫ!

**Выпуск № 14
2025**



**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 14

Новотроицк 2025

УДК 669.02/09:621.34:621.7:338.45
НЗ5

Редакционная коллегия:

- Шаповалов А.Н. – главный редактор, зам. директора НФ НИТУ «МИСИС»
по науке и инновациям, к.т.н., доцент;
Нефедов А.В. – зав. кафедрой металлургических технологий и
оборудования НФ НИТУ «МИСИС», к.п.н. доцент;
Швалева А.В. – зав. кафедрой математики и естествознания НФ НИТУ
«МИСИС», к.п.н., доцент.

НАУКА – ЭТО ТЫ!: Сборник трудов студенческой научно-технической конференции. – Новотроицк: НФ НИТУ «МИСИС», 2025. Вып. № 14. – 149 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 и прикладной информатики. В сборник вошли тезисы лучших выпускных квалификационных работ по тематике направлений подготовки вуза.

Тексты статей сборника публикуются в авторской редакции.

Новотроицк: НФ НИТУ «МИСИС», 2025

РАЗДЕЛ I

МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Разработка комплекса мероприятий по повышению качества слябовой заготовки в условиях АО «Уральская Сталь»

Акмурзеев С.К., студент группы БМТ-20з

Качество непрерывнолитой заготовки (НЛЗ) оценивают по наличию поверхностных и внутренних дефектов. Известно, что склонность непрерывнолитого металла к появлению внутренних и поверхностных дефектов зависит от химического состава стали, скорости разливки, интенсивности теплоотвода, расстояния между роликками большого и малого радиусов МНЛЗ, а также от равномерности вторичного охлаждения.

Анализ производственных данных о работе ЛПЦ-1 и ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» за 2021 год показал, что основными видами дефектов непрерывнолитой заготовки (НЛЗ) в условиях рассматриваемого предприятия являются наружные и внутренние трещины, возникающие в кристаллизаторе и верхней части зоны вторичного охлаждения (ЗВО). В связи с этим актуальной задачей является совершенствования технологии непрерывной разливки, обеспечивающей получение НЛЗ с удовлетворительной макроструктурой и минимальным количеством поверхностных дефектов.

Одним из главных факторов минимизирующих трещинообразование и искажение профиля НЛЗ является обеспечение формирования более толстой, а также однородной по температуре и толщине корочки заготовки в кристаллизаторе, а также оптимизация параметров роликовой проводки.

Поэтому для повышения качества непрерывнолитой заготовки и снижения отсортировки листового проката разработан комплекс мероприятий, включающий:

- увеличение конусности стенок кристаллизатора;
- совершенствование конструкции рабочих стенок кристаллизатора;
- оптимизация параметров роликовой проводки в ЗВО.

Экономические расчеты показали, что реализация разработанных мероприятий на слябовой МНЛЗ ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» позволит снизить процент отсортировки листового проката по дефектам «сетчатая трещина» и «равнина», что в конечном итоге приведет к снижению себестоимости и повышению рентабельности продукции.

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

Разработка технологии пирометаллургической переработки скраповых брикетов

Антропов Р.И., студент группы БМТ-20з

Переработка металлургических отходов, в существующих экономических условиях, является первоочередной задачей. Наиболее перспективным направлением является переработка скраповых отходов в непосредственной близости от их образования, в частности вблизи территории металлургических комбинатов и имеющих скрапо-шлаковых отвалов, образовавшихся в ходе работы металлургических предприятий.

В данной работе разработана технология получения готовой литой продукции (мелющие шары), востребованной на рынке горнодобывающей промышленности из вторичного железосодержащего сырья – скраповых брикетов.

За основу были взяты скраповые углеродсодержащие брикеты изготавливаемые на участке брикетирования ООО «АККЕРМАН МЕТАЛЛ», с дальнейшей переработкой их в шахтной коксовой вагранке, с целью восстановления железа и получения высокоуглеродистого полупродукта с содержанием железа до 91%.

Химический состав полупродукта, позволяет с минимальными затратами на легирующие материалы доработать его в индукционной среднечастотной плавильной печи с получением требуемого химического состава чугуна для производства мелющих шаров.

Технологический цикл получения мелющих шаров, заканчивается разливкой полученного чугуна на конвейерно-кокильной машине. Продукцией являются мелющие чугунные шары, общим объёмом производства 20 000 т/год.

Выбранное и рассчитанное количество оборудования позволяет получить продукцию с минимальными затратами и хорошим сроком окупаемости проекта.

Предложена схема размещения оборудования, которая позволит перерабатывать до 24 000 тонн скраповых отходов в год.

Введение в действие литейно-плавильного участка по производству литых мелющих шаров диаметром 40 и 60 мм, производительностью 20 000 т/г позволит увеличить годовую прибыль ООО «АККЕРМАНН-ЦЕМЕНТ» минимум на 200 млн. рублей. При рентабельности продукции в 25 %, срок окупаемости капитальных вложений составит 3,8 года.

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

Совершенствование шлакового режима работы доменных печей АО «Уральская Сталь»

Дубовский А.В., студент группы БМТ-20з

Шлаковый режим доменной плавки является одним из важнейших параметров, соблюдение которого позволяет получать высококачественный доменный чугун на всем протяжении кампании доменной печи.

На основе анализа производственных данных о работе доменной печи №2 АО «Уральская Сталь» были предложены следующие направления совершенствования шлакового режима доменной плавки:

1. Скорректировать состав шлака в сторону повышения содержания MgO до 9-10 % при сохранении величины суммарной основности на уровне 1,16-1,18 ед.

2. Скорректировать поступление CaO в результате снижения простой основности агломерата или увеличения доли окатышей в шихте. Для поддержания величины суммарной основности на уровне 1,16-1,18 ед. при содержании MgO до 8-10 % и текущем содержании кремнезема в шлаке на уровне 41-42 %, содержание CaO необходимо снизить с текущих 43-44 % до 39-40%, доведя уровень простой основности шлака до 0,95 ед., при которой обеспечивается пониженная температура плавления и вязкость шлака.

3. Обеспечить поддержание отношения Al_2O_3/SiO_2 на благоприятном уровне 0,20-0,25 ед. с целью улучшения процессов десульфурации. Поскольку поступление кремнезема в шихту определяется составом пустой породы исходных шихтовых материалов для производства окучкованных материалов, то повысить отношение Al_2O_3/SiO_2 можно на стадии производства агломерата в результате введения в состав шихты глиноземсодержащего материала, например мелочи бурожелезняковых руд Орско-Халиловского месторождения, содержащих до 15-20 % глинозема. В результате, для получения шлака с оптимальным отношением Al_2O_3/SiO_2 на уровне 0,20-0,25 ед, при текущем содержании кремнезема 41-42%, необходимо обеспечить содержание глинозема в шлаке на уровне 9-10%.

При поддержании предлагаемого шлакового режима, кроме улучшения условий и результатов десульфурации, можно ожидать снижения количества шлака в результате понижения уровня основности шлака. Это, в совокупности с улучшением физических свойств шлака (вязкости и жидкоподвижности), позволит сократить расход кокса и обеспечит условия для повышения производительности доменной печи.

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

Разработка мероприятий по повышению качества круглой непрерывнолитой заготовки на МНЛЗ-1 АО «Уральская Сталь»

Ильбактин Р.Р., студент группы БМТ-20з

В работе выполнен анализ технологии непрерывной разливки круглой заготовки, изучены производственные данные по температурно-скоростному режиму её разливки и показатели качества круглой заготовки диаметром 455 мм из сталей марок 2 и Т.

Выявлено, что основными видами дефектов непрерывнолитой заготовки являются: центральная пористость, осевая ликвация, ликвационные полосы и трещины по сечению и по оси заготовки. Так, бальность дефекта «центральная пористость» превышает допустимый уровень для 15 % производимых круглых заготовок, а по дефекту «ликвационные полосы и трещины по оси заготовки» - на более чем 18 % заготовок.

Анализ технологических параметров разливки круглой заготовки на МНЛЗ-1 за 2019 г. позволил установить основные причины повышенной дефектности заготовки: несовершенство температурно-скоростного режима разливки, заключающееся в нерациональных параметрах вторичного охлаждения при повышенном перегреве разливаемого металла.

Для повышения качества круглой заготовки были выполнены расчеты режимов вторичного охлаждения при различных тепловых условиях разливаемого металла, по результатам которых предложено скорректировать расходы воды в ЗВО:

- при нормальном перегреве и разливки стали на заготовку диаметром 455 мм при скорости 0,44 м/мин. расход воды на «Подбой» уменьшается на 77 %, в первом сегменте снижается на 62 %, а на втором сегменте уменьшается на 16 %, на третьем сегменте 9 %;

- при разливке перегретой стали со скоростью вытягивания 0,36 м/мин. расход воды на «Подбой» уменьшается на 77 %, в первом сегменте снижается на 66 %, а на втором сегменте уменьшается на 27 %, на третьем сегменте 34 %.

Таким образом, при оптимизированных режимах вторичного охлаждения, характеризующихся более плавной подачей охладителя, обеспечивается более мягкое вторичное охлаждения, снижающее вероятность развития поверхностных и внутренних дефектов заготовки.

В результате внедрения предлагаемых режимов вторичного охлаждения обеспечивается снижение удельных издержек производства в результате увеличения выхода годных заготовок.

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

Совершенствование технологии десульфурации стали на агрегате «печь-ковш»

Котельников Д.Д., студент группы БМТ-20з

Внепечная обработка является необходимым звеном в схеме получения высококачественных сталей. Наличие участка внепечной обработки стали существенно повышает эффективность сталеплавильных агрегатов, за счет переноса части процессов в ковш. Одной из важнейших задач ковшевой обработки стали является удаление серы.

Удаление серы из стали в современных сталеплавильных цехах происходит в 3 этапа - при выплавке стали, в ковше на выпуске и при обработке стали на установке «печь-ковш» (УКП). При этом основная работа по десульфурации стали выполняется при обработке стали высокоосновным восстановительным шлаком на УКП.

В работе выполнен анализ 25 паспортов обработки стали на УКП ККЦ ПАО «ММК». Анализ данных позволил установить, что при обработке стали на УКП обеспечиваются наиболее благоприятные условия для удаления серы: высокая основности и низкая окисленность шлака. В результате степень удаления серы составляет более 80 %.

При этом эффективность использования высокоосновного шлака существенно повышается при содержании FeO менее 1 %. Поэтому, кроме высокой основности шлака, для успешной десульфурации необходимо получать покровный шлак с невысоким содержанием закиси железа. Для этого необходимо при выпуске плавки исключать попадание в ковш печного шлака, а также проводить глубокое раскисление металла в ковше.

Таким образом, для повышения эффективности удаления серы целесообразно скорректировать шлаковый режим при обработке стали на УКП, а именно повысить расход извести, плавикового шпата и алюминия с целью получения шлака основностью 3,5 ед. с FeO менее 1,0 %, что позволит повысить степени десульфурации до 85-90 %.

Предлагаемая технология обработки стали на УКП позволит получать высококачественную сталь с меньшими материальными и энергетическими затратами.

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

Повышение эффективности агломерационного производства в улучшения качества смешивания агломерационной шихты

Кузьмищев И.В., студент ДПП «Металлургия»

Подготовка агломерационной шихты к спеканию является важнейшим элементов технологии, определяющим как результаты агломерационного процесса, так и качество агломерата. Так, качество смешивания оказывает существенное влияние как на показатели агломерационного процесса (выход годного, удельную производительность), так и на качество агломерата (однородность и прочность). Поэтому задачей настоящей работы является оценка эффективности смешивания агломерационной шихты в условиях АО «Уральская Сталь» и разработка мероприятий по повышению степени однородности шихты перед её окомкованием и спеканием.

Для оценки условий и результатов смешивания был проведен отбор проб аглошихты до и после смесителя с последующим определением коэффициентов однородности (K_o) по железу, углероду и содержанию оксида кальция (см. таблицу).

Степень однородности агломерационной шихты на различных участках технологической цепи

Параметры	До смесителя	После смесителя
$K_o \text{ Fe}$	62,18	88,67
$K_o \text{ CaO}$	58,8	85,56
$K_o \text{ C}$	53,7	84,52

Результаты, представленные на таблице, говорят о недостаточно высокой однородности смешивания шихты. Это связано с недостаточной продолжительностью смешивания и большим количеством компонентов аглошихты.

Для повышения качества смешивания необходимо увеличивать интенсивность и продолжительность этой операции, для чего необходимо повышать скорость вращения смесителя и увеличивать его габаритные размеры. Однако для условий АО «Уральская Сталь» единственным возможным вариантом повышения качества смешивания является увеличение диаметра смесителя с 2,8 до 3,2 метров с увеличением скорости вращения с 6,6 до 8 об/мин.

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

Повышение эффективности вакуумирования стали в условиях АО «Уральская Сталь»

Логинов В.А., студент ДПП «Металлургия»

Действующая в ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» установка вакуумирования стали (УВС) позволяет добиваться глубокого удаления водорода из жидкой стали, однако его снижение ведет к значительному повышению затрат. Поэтому необходима корректировка технологии вакуумирования с учетом требований к различным маркам стали.

Для изучения эффективности вакуумирования в условиях ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» проанализировал данные за 2019 год. В результате анализа производственных данных получено уравнение множественной регрессии, которое позволяет оценить количественное влияния каждого технологического параметра, а также прогнозировать остаточное содержание водорода при изменении какого-либо из параметров.

$$[H] = 4,224 - 0,064 \cdot \tau_{\text{в}} + 0,0008 \cdot \tau_{\text{в}}^2 + 0,0136 \cdot p_{\text{min}} + 0,0136 \cdot p_{\text{min}}^2 - \\ - 0,015 \cdot t_{\text{пер}} + 6,23 \cdot 10^{-5} \cdot t_{\text{пер}}^2 - 5,97 \cdot v_{\text{ар}}$$

где $\tau_{\text{в}}$ – длительность глубокого вакуумирования на УВС, мин.;

p_{min} – минимальное давление в вакуум-камере, мбар;

$t_{\text{пер}}$ – температура перегрева на УВС, °C;

$v_{\text{ар}}$ – расход аргона, м³/т.

Расчеты по этому уравнению показывают, что для снижения содержания водорода необходимо проводить вакуумирование стали при следующих параметрах:

- минимальное давление в вакуумной камере менее 2 мбар;
- длительность глубокого вакуумирования до 20 минут;
- расход аргона не менее 0,05 м³/т;

Что касается перегрева металла, то его величина должна определяться с учетом обеспечения оптимальных температурных условий разливки металла.

Таким образом, подбирая параметры вакуумирования с учетом технологических возможностей и рациональных уровней, можно прогнозировать уровень содержания водорода в стали по уравнению регрессии, а также определять рациональное сочетание параметров, чтобы получить нужное содержание водорода.

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

Разработка методики определения состава угольной шихты, обеспечивающей получение заданных показателей качества кокса

Серых Л.Ю., студентка группы БМТ-20з

Достижение высоких технико-экономических показателей работы доменной печи обеспечивается за счёт шлакового режима, загрузки и дутья. Обязательным условием рационального ведения доменной плавки является учет качества металлургического кокса, его механических и физико-химических свойств.

Поскольку на коксохимическом производстве АО «Уральская Сталь» проводится контроль качества поступавшего угольного сырья и получаемого кокса, то логично использовать указанные статистические данные для прогнозирования качества кокса.

В рамках проведённой научно-исследовательской работы предложены методики прогнозирования показателей качества кокса M10 и M25, CRI и CSR для 1-4 и 6 коксовых батарей и расчёта состава угольной шихты в условиях АО «Уральская Сталь».

Расчёт по моделям показателей M10 и M25 производят на основе линейных, квадратичных и кубических зависимостей. В качестве независимых параметров для расчёта показателей M10 и M25 выступают химико-петрографические показатели качества угольной шихты, а также учитывается период коксования.

Подбор новых угольных шихт, согласно методике, осуществляют на основе математического программирования и предложенных моделей для прогнозирования M10 и M25.

Прогнозирование показателей CRI и CSR фактически осуществляется на основе долевого участия отдельных угольных марок в шихте, поскольку влияние отдельных факторов на показатели CRI и CSR ещё мало изучено. Особенностью предложенного метода является то, что модель возможно пополнять за счёт данных, получаемых при текущем контроле кокса с 1-4 и 6 коксовых батарей по показателям CRI и CSR.

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

Совершенствование технологии производства электролитического хрома

Степанов А.В., студент группы БМТ-20з

В условиях АО «НЗХС» хром металлический электролитический марки ЕСг получают способом электроосаждения из водных растворов хромового ангидрида (хромовой кислоты).

Реализуемая технология позволяет получать электролитический хром высокого качества. При этом показатели производства в значительной степени зависят от таких технологических параметров, как температура электролита и плотность тока. Для получения хрома оптимальной является катодная плотность тока, равная 9400 А/м^2 . При этой плотности тока и при температуре электролита 25°C выход хрома максимален и достигает более 38%. Однако в летние периоды из-за недостаточной мощности чиллера, обеспечивающего охлаждение электролита, температура последнего зачастую значительно превышает оптимальное значение. Это ведет к снижению выхода хрома и потере производства, ухудшая экономические показатели.

Для повышения работоспособности цеха необходимо заменить чиллер на более мощный, либо повысить эффективность имеющегося.

Для повышения эффективности чиллера температуру конденсации необходимо понижать, но при этом, для увеличения производительности необходимо увеличивать разность температур конденсации и охлаждающей среды. Для снижения температуры конденсации необходимо понизить температуру воздуха, служащего охлаждающей средой для конденсатора или сухой градирни (драйкулера). Повышение температуры конденсации увеличивает нагрузку на компрессор, поэтому снижение температуры конденсации на 1°C повышает холодильный коэффициент на 3%, т.е. уменьшает потребляемую мощность машины.

Одним из способов понижения температуры охлаждающего воздуха является разбрызгивание (распыление) воды у поверхности теплообменника конденсатора или сухой градирни. В основу работы данных холодильных систем положен физический принцип понижения температуры воздуха при адиабатическом увлажнении.

Для имеющегося чиллера «АНГАРА», подходит система увлажнения EPS (EVAPORATIVE PANEL SYSTEM) с использованием специальных панелей поверхностного увлажнения типа GLASDEK. Система требует минимальных затрат для установки, и не нуждается в необходимости дополнительного покрытия теплообменника, а так же не требуется водоподготовка, что экономически выгодно.

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

Снижение издержек на производство стали с регламентированным содержанием водорода

Суббота И.В., студент группы БМТ-30з

Важным фактором, определяющим качество стали и ее конкурентоспособность, является не только снижение в ней вредных примесей, в частности, водорода, но и сокращение издержек производства продукции. Поэтому важно не только совершенствовать методы дегазации металла, но и использовать мероприятия по снижению факторов, способствующих насыщению металла водородом.

Предварительный анализ данных о производстве стали в ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» позволил установить, что одним из факторов, приводящих к наводороживанию металла в процессе ковшевой обработки является наличие водорода в ферросплавах. Поэтому с целью снижения издержек производства стали с низким содержанием водорода необходимо не только повышать эффективность дегазации металла, но и предупреждать насыщение стали водородом, содержащимся в различных ферросплавах, в свободном виде и в виде соединений.

Для увеличения стабильности получения массовой доли водорода в стали не более 8,0 ppm, а также снижения энергоемкости вакуумирования стали с регламентированным содержанием водорода, необходимо производить прокаливание ферросплавов.

Организация прокаливания ферросплавов при температуре 800 °С позволит гарантированно обеспечить содержание водорода в маркировочной пробе на уровне 3,5-5,5 ppm, чего более чем достаточно для сталей без требований по водороду. Использование же прокаленных ферросплавов для производства сталей с регламентированным содержанием водорода позволит сократить затраты на вакуумирование в результате уменьшения продолжительности обработки при глубоком вакууме и снижения запаса тепла на эту операцию.

Экономические расчеты показали, что организация работы участка прокаливания ферросплавов в ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» позволит увеличить валовую прибыль. При рентабельности продукции в 5 %, срок окупаемости капитальных вложений составит немногим более 4 лет, что свидетельствует об эффективности предлагаемых мероприятий

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

Повышение эффективности системы охлаждения доменной печи №4 АО «Уральская Сталь»

Сыров В.А., студент группы БМТ-20з

Доменная печь является полностью водоохлаждаемым агрегатом, в котором надежная работа охлаждаемых элементов определяет его долговечность. В основе выбора рациональной системы охлаждения современных доменных печей лежат требования обеспечения долговечности и безаварийной работы агрегата, а также экономичности, надежности и простоты эксплуатации.

В настоящее время доменные печи АО «Уральская Сталь» имеют водяное охлаждение, что приводит к неравномерности температур по периметру печей, повышенному расходу воды и созданию аварийных ситуаций.

В связи с этим в работе предлагается перевести охлаждение доменной печи №4 АО «Уральская Сталь» с водяного на испарительное с принудительной циркуляцией.

Отличительной чертой системы охлаждения химочищенной водой в замкнутом контуре является установка циркуляционных насосов и теплообменников типа вода/вода. Такая система охлаждения может работать как в режиме охлаждения холодной химочищенной водой, так и в резервном испарительном режиме. Система циркуляционных насосов позволяет перенести место парообразования за пределы змеевиков холодильных плит в подъемные коллектора. Это исключается появление застойных зон в системе охлаждения, то есть повышает безопасность. Также за счет естественной циркуляции теплоносителя исключаются аварийные ситуации при отключении электропитания. Кроме того, данные системы охлаждения доменных печей, позволяют продлить кампанию доменной печи до 15-18 лет.

За счет определенного объема воды в барабане-сепараторе система может работать без подпитки определенное время, достаточное для устранения неисправности в системе подачи питательной воды.

В результате внедрения предлагаемых мероприятий обеспечивается снижение издержек на эксплуатацию и ремонт доменной печи, что ведет к снижению себестоимости чугуна и повышению эффективности доменного передела.

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

Совершенствование технологии выплавки стали в гибких модульных печах ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» в результате регулирования условий шлакообразования

Тукешов А.У., студент группы БМТ-20з

В ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» для выплавки стали используют две гибкие модульные печи (ГМП) емкостью по 120 тонн. Выплавку стального полупродукта в ГМП проводят по одной технологии с получением низкоуглеродистого полупродукта вне зависимости от марки выплавляемой стали. Такая особенность производства связана с необходимостью глубокого удаления фосфора до уровня 0,005-0,010 %, что возможно только при условии формирования высокоосновного окислительного шлака. Учитывая скоротечность процесса, такой шлак формируется в конце плавки при низком остаточном содержании углерода, что оказывает влияние на показатели выплавки стали.

В этих условиях используемый шлаковый режим выплавки стали с применением, в качестве шлакообразующих материалов, извести и доломита не обеспечивает эффективного удаления фосфора, что можно объяснить замедленным формированием основного шлака.

Для решения указанных проблем в работе предлагается использовать комплексный флюс, который должен ускорить шлакообразование и снизить расход кислорода. Учитывая функционал комплексного флюса (ускорение шлакообразования и снижения расхода окислителей), для его производства в условиях АО «Уральская Сталь» целесообразно использовать стандартные флюсы (известняк и доломит), а в качестве оксидов железа применять отходы металлургического производства (колошниковую пыль, шламы и мелочь окатышей).

В результате совместного обжига известняка, доломита и смеси железосодержащих отходов (колошниковая пыль, шламы УОШ и мелочь окатышей) обеспечивается получение КФФ, содержащего 37,34 % CaO, 9,36 % MgO и 46,17 % оксидов железа.

Таким образом, результаты расчета материального и теплового балансов выплавки стального полупродукта в ГМП показывают существенное улучшение всех показателей плавки при замене доломита на комплексный ферритный флюс, а также снижение содержания фосфора в стальном полупродукте.

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

Разработка рекомендаций по модернизации нагревательных печей ЛПЦ №1 АО «Уральская Сталь»

Уваров А.А., студент группы БМТ-20з

Широкое применение методических толкательных печей вызвано тем, что эти печи обеспечивают достаточно высокую производительность при невысоком удельном расходе топлива, а также обеспечивают высокий коэффициент использования тепла в рабочем пространстве. Это объясняется наличием методической зоны.

Применение глиссажных труб с рейтерами повышает равномерность нагрева металла (без царапин и холодных пятен) и создает предпосылки для увеличения ширины и длины печи.

Однако все методические печи толкательного типа имеют недостатки, обусловленные невозможностью быстрой выгрузки металла из печи и трудностями перехода от нагрева слябов одного размера к нагреву слябов другого размера. Кроме того, общей задачей повышения эффективности нагрева стальных заготовок является снижение энергетических затрат в результате совершенствования конструкции методических печей.

Во всем мире энергосбережение является сегодня стратегической задачей государственного масштаба. Между тем, на многих предприятиях имеют место значительные энергетические потери за счет недостаточного использования тепла, вырабатываемого в технологических процессах. В том числе, тепло газа, нагретого в процессе того или иного производства, либо используется не эффективно, либо не используется вообще и нагретый газ выбрасывается в атмосферу. Для повышения эффективности регенерации тепла отходящих газов в работе предлагается замена действующих кожухотрубных рекуператоров на теплообменные аппараты пластинчатого типа – оребренные пластинчатые рекуператоры (ОПТ).

Рекуператоры ОПТ благодаря малой и практически равной толщине всех элементов конструкции быстро прогревается, почти мгновенно начиная работать (низкая инерция), не вызывая при этом появления термических напряжений (термопластичность).

Другим направлением повышения эффективности нагрева слябовой заготовки является модернизация рейтеров, которые предназначены для снижения износа и охлаждающего действия водоохлаждаемых балок, по которым движутся заготовки.

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

Разработка рекомендаций по модернизации конструкции гибких модульных печей с целью повышения эффективности производства стали

Филиппов Е.И., студент группы БМТ-20з

Эффективность работы сталеплавильных агрегатов определяется большим количеством факторов. При этом заложенные в конструкции агрегата технологические возможности зачастую полноценно не реализуются из-за межплавочных простоев, возникающих вследствие выхода из строя основного и вспомогательного оборудования, или проблем с обеспечением производства. Так, по данным статистики, за 2023 год ГМП №1 внепланово останавливалась по причине неисправности механизма поворота портала 41 раз, общая продолжительность 32 часа 53 минуты. С учетом имеющейся маржинальности производства стали общие потери составили более 70 млн. рублей.

Для повышения надежности работы гибких модульных печей (ГМП) в работе предлагается внедрение стационарной системы технического диагностирования (ССТД) методом ударных импульсов подшипника механизма поворота портала ГМП.

Ударные импульсы – это ударные волны малой энергии, генерируемые подшипниками качения вследствие соударений и изменений давления в зоне качения этих подшипников в течение всего срока службы подшипников и распространяющиеся в материалах деталей подшипника, подшипникового узла и прилегающих к ним деталей. Поэтому технический персонал может не только вовремя обнаруживать возникающие повреждения тел и дорожек качения, но и предотвращать само их появление путем поддержания и улучшения условий смазки – самой главной причины выхода подшипников из строя, а также путем устранения перегрузки подшипников вследствие их неточного монтажа, дисбаланса роторов, расцентровки валов, технологических перегрузок и любых иных причин.

Данный вид диагностики прост в установке. Зенкуются отверстия в наружной обойме подшипника и на резьбовое соединение крепятся минимум 4 датчика с функцией метода ударных импульсов.

Таким образом, из результатов проведенного анализа следует, что при внедрении предлагаемых мероприятий в ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» позволят увеличить годовую производительность цеха и снизить долю внеплановых простоев. Все это свидетельствует о целесообразности внедрении предлагаемых мероприятий в ЭСПЦ АО «Уральская Сталь».

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

Снижение издержек на производство чугуна в результате использования коксового орешка в доменной плавке

Шукшин К.Е., студент ДПП «Металлургия»

Наиболее распространенными заменителями кокса в доменной плавки являются газообразные углеводороды и пылеугольное топливо. Все вышеперечисленные методы предполагают подачу заменителей кокса непосредственно через фурмы в зону горения. В силу этого невозможно обеспечить расход кокса ниже 250-300 кг/т чугуна.

Эффективным направлением коксозаменяющей технологии является использование коксового орешка. Использование кокса фракцией 10-25 мм не приводит к существенному изменению основных технологических параметров процесса: производительность, выход колошникового газа, образование шлака и его основность колеблются в пределах, характерных для работы печей, кроме того, коксовый орешек подается через колошник.

В работе предлагается улучшить качество кокса по фракционному составу путём его предварительной обработки за счёт выделения на отдельном виброгрохоте из отсева кокса фракции более 10 мм, и получение коксового орешка.

Для внедрения данной технологии необходимо изменить схему загрузки в доменную печь №4. Загрузка агломерата и окатышей производится совместно. Набор в скип окатышей, агломерата, известняка (при необходимости), флюса осуществляется в каждую подачу, а коксового орешка каждую пятую. Порядок набора материалов в скип следующий: в первую рудную порцию набираются только агломерат и окатыши, во вторую последовательно коксовый орешек, флюс, окатыши, агломерат, известняк. Отсев кокса менее 10 мм из бункера отсева коксовой мелочи малыми скипами подается в бункера коксовой мелочи, а из бункера загружается в железнодорожные вагоны и отправляется на аглофабрику.

Таким образом, замена в шихте для доменной печи №4 АО «Уральская Сталь» части металлургического кокса коксовым орешком в количестве 15 кг на 1 т чугуна приведет к экономии 1,73% кокса без снижения производства. Загрузку коксового орешка, выделенного из отсева, следует производить в смеси с железорудной шихтой для исключения замусоривание коксовых слоев. По опыту использования данной технологии на других металлургических заводах коэффициент замены для печей аналогичной конструкции с доменной печью №4 составит 0,55 кг/кг.

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

Совершенствование технологии производства листового проката с целью уменьшения расходного коэффициента в условиях АО «Уральская Сталь»

Абдикапаров М.С., студент группы БМТ-21

Листовая сталь занимает важное место среди продукции черной металлургии благодаря своей универсальности и экономичности. Горячекатаный листовой прокат широко применяется в различных отраслях – от машиностроения и строительства до производства труб для нефте- и газопроводов. Как конечный продукт металлургических предприятий, так и полуфабрикат для дальнейшей переработки, листовой прокат подвергается многочисленным технологическим и отделочным операциям, от качества и эффективности которых во многом зависят экономические показатели всего производства.

Современные тенденции в развитии технологий и оборудования для горячей прокатки листового металла ориентированы не только на увеличение объемов выпуска, но и на повышение качества продукции, достижение стабильных размеров, формы и свойств поверхности. На первый план выходят задачи оптимизации процессов, внедрения инновационных методов прокатки и модернизации действующего оборудования.

Особое внимание в условиях конкуренции уделяется вопросам рационального использования сырья и минимизации технологических потерь. Производство толстых листов, несмотря на значительный промышленный опыт, по-прежнему сопровождается ощутимыми потерями металла, большая часть которых связана с образованием боковой и торцевой обрезки, а также отходами при зачистке и отборе проб. Для достижения экономической эффективности производства требуется не только совершенствовать отдельные операции, но и комплексно подходить к организации технологической цепочки, контролю качества исходного сырья и оптимизации всех стадий переработки.

Важной задачей остаётся управление расходным коэффициентом – ключевым показателем, отражающим эффективность использования металлической заготовки при производстве готового проката. Снижение расходного коэффициента напрямую влияет на себестоимость продукции и конкурентоспособность предприятия.

Расходный коэффициент металла представляет собой отношение массы исходной заготовки к массе годного металла, и включает следующие статьи потерь:

- расход металла в окалину;
- расход металла на торцевую (концевую) обрезь;
- расход металла на боковую обрезь;
- расход металла на пробы для испытаний.

Анализ перечисленных статей потерь металла при производстве толстолистного проката позволил установить, что основные потери приходятся на обрезь.

На стане 2800 листопркатного цеха № 1 АО «Уральская Сталь» используются традиционные схемы прокатки: поперечная и продольная, с разбивкой и без разбивки ширины. Данные способы прокатки не обеспечивают возможного сокращения количества обрезки, поэтому проведенный в работе анализ различных способов сокращения обрезки на толстолистных станах, позволил сделать вывод, что оптимальным способом, минимизирующим потери металла в обрезь, является способ прокатки с переменным обжатием в горизонтальных валках (таблица 1).

Таблица 1 – Потери металла в обрезь при различном управлении формой раскатов

Способ прокатки	Потери в обрезь, кг/т заготовки		
	концевую	боковую	сум- марные
Без применения коррекции геометрии раскатов	114	33	147
С использованием вертикальных валков для управления формой раскатов	41	91	132
С использованием переменного обжатия по толщине	58	55	113

Таким образом, для сокращения расходного коэффициента в ЛПЦ–1 АО «Уральская Сталь» рекомендуется при прокатке в клети ДУО при протяжке и разбивке ширины осуществлять переменное обжатие путем перемещения валков в процессе деформации.

Внедрение предложенных мероприятий позволит АО «Уральская Сталь» добиться устойчивого снижения себестоимости производства.

Проведённый анализ подтвердил, что комплексный подход к оптимизации технологической цепочки и рациональное использование ресурсов являются важнейшими условиями эффективного развития металлургического производства.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО, к.т.н. Братковского Е.В., при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Кунициной Н.Г.

Внедрение современных систем контроля качества поверхности листового проката в ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь»

Быковец К.И., студент группы БМТ-21

Металлургический сектор продолжает оставаться основой российской экономики, производя широкий спектр сырья и полуфабрикатов, востребованных всеми отраслями народного хозяйства. Рост объёмов выплавляемой продукции в сочетании с угрозой перепроизводства порождает острую конкуренцию на рынках сбыта. Значительная доля производимой продукции представлена горячекатаными стальными листами, к которым предъявляются всё более строгие требования относительно чистоты и ровности поверхностей.

Современная практика предусматривает применение автоматизированных систем оптического контроля, позволяющих выявлять внешние повреждения изделия. Существующие алгоритмы обработки изображений пока не обеспечивают абсолютную точность выявления отдельных типов дефектов, что создаёт дополнительные трудности и повышает производственные риски.

В работе был проведен анализ качества горячекатаных листов производства ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь». Установлено, что большая доля брака продукции в ЛПЦ-1 связана именно с проблемами плавильного передела. По данным производственного учета, значительная часть отходов формируется из-за внутренних дефектов, изначально присутствовавших в структуре самой непрерывнолитой заготовки (НЛЗ), что подчеркивает необходимость совершенствования методов предварительной оценки качества сырья и оптимизации процессов выплавки и разлива.

На рисунке 1 наглядно показано распределение несоответствующей продукции по дефектам от всего объёма дефектов.

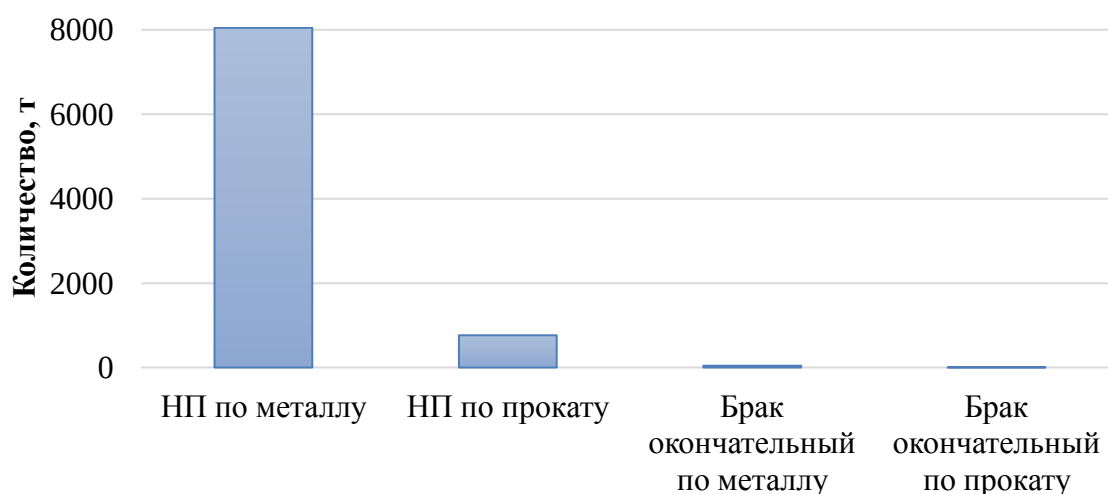


Рисунок 1 – Несоответствующая продукция ЛПЦ-1

Наибольшая отсортировка листового проката наблюдается по дефектам «рванина» и «сетчатая трещина» для листов, прокатанных из сталей марок С355, 10ХСНД и 15ХСНД. При этом доля отсортировки из слябов толщиной 270 мм гораздо выше, чем проката из слябов толщиной 220 мм.

Отсортировка по дефекту «раскатанное загрязнение» незначительна для всех марок сталей и всех толщин НЛЗ.

Дефекты прокатного передела максимально реализуются на НЛЗ толщиной 220 мм из стали 20 и НЛЗ толщиной 270 мм из сталей 10ХСНД и 15ХСНД.

В настоящее время в ЛПЦ-1 контроль качества поверхности листов осуществляется на стеллажах зачистки, что в условиях массового производства нецелесообразно. Нет возможности осуществлять контроль качества поверхности на участке стана, что позволило бы оперативно реагировать на появление запороченности дефектами.

Анализ рассмотренных в работе систем контроля качества поверхности листового проката, позволил выделить наиболее перспективные решения для условий стана 2800 АО «Уральская Сталь». Для оценки качества поверхности толстых листов предлагается установить систему, состоящую из двух цифровых видеокамер для съемки обеих сторон листов, блоков верхнего и нижнего освещения и компьютерной инфраструктуры. Камеры для оценки качества верхней и нижней поверхностей листа предлагается установить над и под роликами рольганга на выходе из листопрямильной машины, перед холодильником.

Установка позволит контролировать 100 % поверхности горячекатаных листов и полностью удовлетворить требования потребителей. На установке будет определяться не только тип дефекта, но и степень его критичности, а также источник возникновения, что позволит оперативно устранять причины возникновения дефекта. Система обеспечит существенную экономию времени на поиск дефекта на прокате, позволит снизить продолжительность остановок на техническом обслуживании стана, исключить человеческий фактор в вопросах, касающихся корректной работы оборудования и аттестации. Оперативное оповещение операторов стана о наличии на поверхности раската дефектов позволит остановить дальнейшее производство запороченной дефектами продукции, что, в конечном счете, сократит количество брака и уменьшит работу контролеров и обработчиков поверхностных дефектов.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Кузнецова М.С., при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Кунициной Н.Г.

Повышение свойств листового проката АО «Уральская Сталь» в результате повышения качества исходного металла

Леоненко А.А., студент группы БМТ-21

Качество и свойства листового проката формируются не только на этапе прокатки в прокатных цехах, но и зависят от качества и свойств исходного металла. Поэтому в работе была поставлена цель оценить влияние трех основных видов металлопродукции АО «Уральская Сталь»: агломерата, чугуна и стали, на качество листового проката. Для этого было проанализировано влияние вредных примесей на свойства металла, а также предложены мероприятия по снижению их содержания.

Основными вредными примесями в сталях являются сера и фосфор. Для повышения качества проката необходимо снижение содержания серы и фосфора на этапе производства агломерата, чугуна и стали.

Анализ влияния различных параметров на содержание серы и оксида фосфора в агломерате показал, что с повышением основности агломерата увеличивается содержание серы, а содержание оксида P_2O_5 увеличивается по мере повышения расхода руды ДЖРК.

Содержание серы в чугуне повышается со снижением количества MgO в шлаке и снижением основности шлака.

В стали содержание фосфора увеличивается с увеличением оксида FeO в шлаке и основности шлака.

Таким образом, для повышения свойств листового проката с целью снижения содержания в нем вредных примесей наиболее целесообразно проводить снижение их содержания в первых переделах – при производстве чугуна и стали.

Для этого необходимо:

- при производстве чугуна не допускать превышения содержания оксида MgO в шлаке более 5,5-6 %, а основность поддерживать на уровне 1,0-1,05;
- при производстве стали поддерживать содержание оксида FeO в шлаке на уровне 33-34 %, а основность шлака 3,0-3,2.

Согласно проведенным расчетам внедрение предлагаемых решений на этапах производства чугуна и стали позволит снизить выход брака проката на 0,8 %. Ожидаемый годовой экономический эффект составит 11,5 млн. руб.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Фукса А.Ю., при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Кунициной Н.Г.

Разработка технических решений по созданию шахтной установки металлизации на базе доменной печи № 1 АО «Уральская Сталь»

Малимоненко Д.А., студент группы БМТ-20з

Система охраны окружающей среды играет ключевую роль в формировании конкурентоспособности предприятия. Продукция с низким уровнем воздействия на природу пользуется повышенным спросом среди потребителей.

Перспективным направлением современной металлургии стала внедоменная технология, основанная на альтернативных методиках производства железосодержащей продукции без участия традиционного чугуноплавления. Эти подходы позволяют минимизировать воздействие промышленности на окружающую среду и способствуют созданию инновационных решений для устойчивого развития металлургического сектора.

Основная цель работы – разработка эффективной технологии выпуска нового продукта с минимальным потреблением энергии, обеспечивающей плавильный передел высококачественной шихтой.

Для перевода доменной печи № 1 АО «Уральская Сталь» на технологию производства губчатого железа путем твердофазного восстановления окисленных окатышей в шахтной печи, в работе предлагается модернизировать технологическую схему и конструкцию действующего агрегата, изменив его внутренний профиль с добавлением к существующей зоне восстановления, промежуточную зону и зону охлаждения путем добавления внутренней кладки теплового агрегата. Также необходим дополнительный ввод/вывод восстановительного, природного и охлаждающего газов через кожух и футеровку доменной печи. Для подачи окатышей в шахтную печь можно использовать существующую схему загрузки в ДП (скипы, с конусами) или установить загрузочные трубы в случае отсутствия герметичности действующего оборудования.

С учетом наличия кислорода на АО «Уральская Сталь» возможно производство конвертированного газа путем парциального окисления кислородом природного газа (газокислородная конверсия).

Для технологической схемы можно использовать существующие воздухонагреватели для нагрева очищенного от оксидов (H_2O и CO_2) колошникового газа, часть из которого возвращается в технологический цикл, а другая используется для нагрева насадок регенераторов.

Также для реализации проекта понадобятся:

- установка для газокислородной конверсии природного газа;
- организация двухярусной подачи высокотемпературного восстановительного газа в модернизированную печь металлизации;

- зона охлаждения губчатого железа (с обратным газовым циклом);
- разгрузочное устройство для выгрузки охлажденного металлизированного продукта (в виде шнека) на транспортер к сталеплавильному цеху или в отдельные герметические бункеры (для временного хранения).

Основные решения, заложенные в основу предлагаемых решений заключаются в:

- использовании водорода и монооксида углерода в качестве восстановителей, с их получением в результате очистки колошникового газа (50 % потребности) и кислородной (возможно паровой) конверсии природного газа;

- использование воздухонагревателей доменной печи для подогрева очищенного колошникового газа перед его вдуванием в установку металлизации;

- использование несущих металлоконструкций доменной печи, загрузочного устройства и системы газоочистки.

Все это позволит провести реконструкцию печи с минимальными капитальными затратами, однако, для реализации проекта потребуется:

- изменить профиль шахты и встроить в существующий агрегат зону охлаждения с промежуточной зоной (вместо горна);

- оснастить установку металлизации разгрузочным устройством (в виде шнека) для выгрузки охлажденных металлизированных окатышей;

- установить генератор восстановительного газа (методом кислородной конверсии ПГ).

Внедрение предлагаемых технических решений позволит:

- обеспечить электросталеплавильный цех качественным металлизированным сырьем, взамен амортизационного лома (до 250 тыс. тонн в год);

- частично заменить (до 15 %) жидкий чугун в металлошихте ДСП на металлизированные окатыши (до 250 тыс. тонн в год);

- уменьшить выбросы парниковых газов на 10-15 %.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Фукса А.Ю., при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Кунициной Н.Г.

Разработка технологии прокатки латунной ленты Л63 толщиной 0,5 мм в условиях ООО «ГЗОЦМ «Гайская медь»

Хайбуллина В.Д., студентка группы БМТ-21

Цветная металлургия – одна из важнейших отраслей промышленности, во многом, определяющая развитие других отраслей народного хозяйства. Уровень производства и потребления металла является одним из наиболее важных показателей индустриализации страны. Несмотря на спад производства медно-нике-левого проката, более экономному его расходованию следует уделять особое внимание. Решение этой задачи заключается в более широком применении проката новых видов и профилей, усовершенствовании технологии металлообработки и снижении металлоемкости машин и конструкций.

Существующая технология производства плоского проката в цехе медно-никелевого проката № 2 ООО «ГЗОЦМ «Гайская медь» не обеспечивает должного качества выпускаемой продукции. Действующее оборудование находится в работе более 30 лет, оно морально устарело и физически изношено.

Необходимость проведения реконструкции диктуется тенденциями рынка плоского проката:

- повышение требований к точности лент и листов за счёт снижения поля допусков по толщине практически по всему ассортименту выпускаемой продукции;
- ужесточение показателей механических свойств как в пределах одного изделия, так и в объёме партий, поставляемых конкретному потребителю в течении длительного периода;
- повышение спроса на прокат улучшенной планшетности, в особенности, медных лент, предназначенных для кровли и отделки фасадов зданий.

Кроме того существующие технико-экономические показатели производства: выход годного, удельная энергоёмкость, использование производственных мощностей, коэффициент съёма продукции с единицы площади, не позволяют обеспечить надёжную ценовую конкурентоспособность продукции.

Наиболее востребованная продукция толщиной менее 1 мм выпускается с использованием именно этого оборудования, морально устаревшего и физически изношенного. В соответствии с этим, в работе рассматривалась возможность модернизации прокатного цеха с целью повышения экономической эффективности предприятия и конкурентоспособности продукции за счёт сокращения условно – постоянных затрат и снижения себестоимости продукции, повышения качественных показателей производства проката, освоения выпуска новых видов продукции.

В работе были предложены следующие реконструктивные мероприятия:

- совершенствование существующего деформационного режима прокатки;
- внедрение передовых технологий безокислительного отжига.

Более эффективное распределение обжатов по проходам позволит максимально использовать энергосиловые возможности оборудования, что обеспечит снижение ритма прокатки, а, соответственно, увеличение часовой производительности.

Замена печей с азотно-водородной атмосферой при термообработке на печи с водородной атмосферой позволит:

- более полно нейтрализовать окисляющее воздействие кислорода атмосферы печи;
- получить высокое качество поверхности металла;
- обеспечить лучшую конвективную теплоотдачу между рулонами и газом.

Кроме того, водород не диффундирует в поверхность меди и не образует гидридов в металле.

Как показал проведенный анализ, наиболее оптимальным вариантом для термообработки продукции цеха медно-никелевого проката № является установка колпаковых печей австрийской фирмы «Эбнер».

В результате проведения внедрения предложенных мероприятий произойдет снижение себестоимости единицы продукции на 6923 руб./т за счет уменьшения постоянных затрат, в результате чего прибыль от реализации готовой продукции увеличится на 117,7 млн. руб. Годовой экономический эффект составит 755,5 млн. руб. Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составит 3 года.

На основании проведенных расчетов и полученных результатов анализа экономической эффективности применения нового деформационного режима, установки печей для светлого отжига металла, можно сделать вывод об экономической целесообразности предлагаемых мероприятий.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Полтавского А.Л., при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Кунициной Н.Г.

Разработка мероприятий по повышению качества поверхности листового проката в условиях АО «Уральская Сталь»

Шаймарданова Л.Н., студентка группы БМТ-21

Толстолистовой прокат является одним из наиболее распространенных видов металлопродукции, широко применяется в судостроении и вагоностроении, производстве труб для нефтяной и газовой промышленности, строительной индустрии и машиностроении.

При современных масштабах производства стали и всевозрастающей потребности в ней перед металлургическими предприятиями на передний план выдвигается задача повышения качества толстолистового проката, резкого снижения потерь металла при его производстве и обработке.

Существенной проблемой является окисление, приводящее к потерям полезной массы металла и снижению качества поверхности металлопродукции.

Одним из наиболее трудноустраняемых дефектов листового проката АО «Уральская Сталь» является вкатанная окалина. Она представляет собой дефект поверхности в виде вкраплений остатков окалины, вдавленной в поверхность металла при деформации.

Причинами появления данного дефекта являются:

- повышенная температура нагрева;
- повышенная выработка поверхности рабочих валков черновой и чистовой клетей стана;
- неправильная установка коллектора гидросбива (по высоте, по углу наклона);
- износ и засорение сопел гидросбива, низкое давления воды в системе гидросбива, несвоевременное включение и выключение гидросбива на головных и хвостовых участках раската;
- охлаждение поверхности сляба до обработки его гидросбивом.

Анализ, проведенный в работе, показал, что наиболее запороченными дефектом «вкатанная окалина» являются марки стали: 10ХСНД, 15ХСНД и 10Г2С (рисунок 1).

Для устранения указанного дефекта в работе предлагается изменить температурный режим нагрева в методической печи и скорректировать обжатия в первых проходах в клетях ДУО.

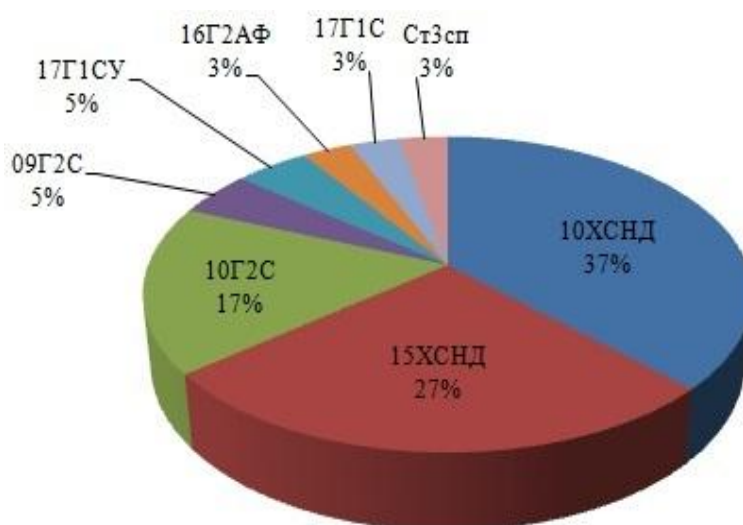


Рисунок 1 – Распределение дефекта «вкатанная окалина» по маркам сталей

В частности, рекомендуются пониженные температуры нагрева на уровне 1150–1200°C, форсированный нагрев стали без высокотемпературного томления или выдержки, выдача металла из печи без задержек и относительно невысокие степени деформации в первых проходах не более 5–15 %.

При использовании основных принципов технологии производства толстолистового проката, обеспечивающей предотвращение дефекта «вкатанная окалина» в условиях стана 2800 АО «Уральская Сталь» в плановом периоде ожидается изменение следующих показателей:

- сокращение дефекта «вкатанная окалина» на 12,8 %;
- снижение расхода доменного и природного газа при нагреве в методических печах на 9 %;
- повышение качества толстолистового проката.

Экономические расчеты показали, что внедрение предлагаемых решений в ЛПЦ – 1 позволит снизить себестоимость продукции на 138,38 руб./т. При этом рентабельность продукции возрастет с 10 % до 10,7 %, а годовой экономический эффект составит 102,94 млн. руб.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МТиО Фукса А.Ю., при содействии ст. преподавателя кафедры МТиО Кунициной Н.Г.

РАЗДЕЛ II

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Оценка применения бессатураторного метода улавливания аммиака с получением сульфата аммония в условиях АО «Уральская Сталь»

Дебуля Н.О., студент группы БХТ-20з

В настоящее время на АО «Уральская Сталь» используется сатураторный метод улавливания аммиака.

Предлагаемый бессатураторный метод на коксохимическом производстве позволит получать продукцию более высокого качества и дополнительный продукт пиридин. Такая продукция находит применение в фармацевтике, в качестве антисептика, в косметологии для изготовления духов и спреев.

Сульфат аммония используют в качестве пищевой добавки (E517), а так же применяется как стабилизатор и эмульгатор. Химическая промышленность активно использует пиридин в составе растворителей, очистителей, а так же применяется в синтезе красителей и денатурирования спирта. В 2015 году сульфат аммония использовался в основном (95% мирового потребления) в качестве материала для азотных удобрений (рис. 2) и занимал около 4,7 % мирового рынка азотных удобрений. Промышленное использование сульфата аммония составляет около 5 % мирового потребления.

Общемировое потребление сульфата аммония сосредоточено в Юго-Восточной Азии Китае, Центральной и Южной Америки, Западной Европе и Соединенных Штатах.

Предлагаемый бессатураторный метод – это процесс улавливания аммиака, в котором не используется сатуратор и который предполагает реакцию аммиака с раствором серной кислоты, образуя сульфат аммония.

Схема получения сульфата аммония включает следующие стадии:

- подготовка серной кислоты;
- проведение реакции взаимодействия серной кислоты с аммиаком из коксового газа;
- выделение сульфата аммония;
- очистка и сушка сульфата аммония;
- хранение и транспортировка сульфата аммония.

Бессатураторный процесс улавливания аммиака из коксового газа производится в форсуночных абсорберах ненасыщенным раствором с последующим получением в отдельном аппарате кристаллов соли сульфата аммония путем упарки части раствора (рисунок).

Процесс улавливания сульфата аммония и пиридиновых оснований происходит в отдельных секциях абсорбера, что позволяет поддерживать для каждого из них наиболее целесообразный режим, а следовательно получение товарных продуктов более высокого качества.

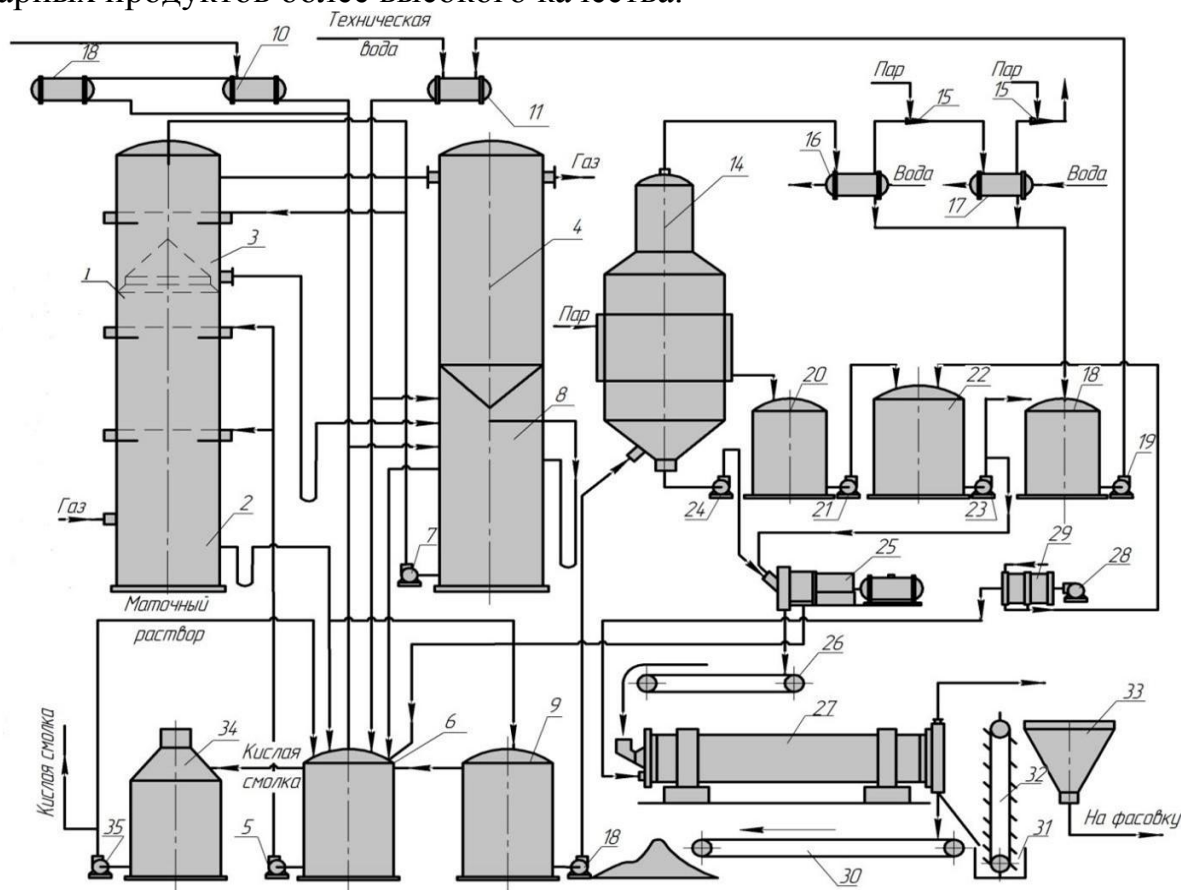


Схема бессатураторного улавливания аммиака

Поддержание температурного режима (обычно в пределах 20-30°C) важно для предотвращения нежелательных последствий и обеспечения высокой чистоты конечного продукта. Повышение температуры может повыситься, но также может привести к потере аммиака и снижению производительности. Температура играет решающую роль в процессе получения сульфата аммиака.

Оптимальное соотношение исходных реагентов и скорость смешивания стандартных смесей зависит от эффективности и скорости процесса.

Чрезмерно быстрое перемешивание может привести к неполному взаимодействию, а слишком медленное – к замедлению процесса.

После получения сульфата аммония процесс очистки от примесей так же играет решающую роль в качестве конечного продукт.

Материальный баланс сатураторного и бессатураторного методов улавливания представлен в таблице. Из анализа материального баланса следует, что аммиак в бессатураторном способе улавливается эффективнее на 2 кг/ч.

Улавливание компонентов коксового газа

№	Наименование компонента	Перед очисткой (кг/ч)	После очистки	
			Сатураторный способ (кг/ч)	Бессатураторный способ (кг/ч)
1	Сухой коксовый газ	29018	29018	29018
2	Бензолы и углеводороды	658,6	658,6	658,6
3	Аммиак	618,7	30	28
4	Сероводород	227,5	5,04	4,5
5	Диоксид углерода	1,9	1,9	1,9
6	Водяные пары	5388,5	5388,5	5388,5

В случае перехода на работу по технологии улавливания аммиака бессатураторным методом по сравнению с сатураторным методом происходит снижение себестоимости сульфата аммония при одновременном увеличении объема его производства. Капитальные затраты на реализацию технологии бессатураторного метода улавливания составляют 3,1 млрд. рублей, при этом срок окупаемости составляет 7 лет.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры МиЕ Алексеева Д.И.

Увеличение выработки резинотехнических изделий за счёт варьирования факторов процесса вулканизации в ЗАО «Уральский завод эластомерных уплотнений»

Кутялкина М.Г., студентка группы БХТ-20з

Уплотнительные кольца – это один из видов резинотканевых изделий, очень популярный на данный момент. Выглядит такое изделие как замкнутый круг, а изготавливается из разных видов резины. Также встречаются изделия из полиуретана, силиконового каучука, фторкаучука и других материалов.

При выборе уплотнительных колец нужно ориентироваться на их размер (он должен подходить к соединяемым деталям), диаметр сечения и материал, из

которого кольца произведены. Что касается последнего параметра, то, как уже сказано, выпускают не только резиновые кольца, но и изделия из других материалов, которые подойдут для использования их в масляных, бензиновых и других водных средах.

Свойства резин различного назначения зависят от состава резиновых смесей. Резиновая смесь может содержать следующие компоненты: каучук или смесь каучуков, вулканизующую систему, включающую вулканизующие агенты, первичный и вторичный ускорители вулканизации, активаторы ускорителей вулканизации, замедлители преждевременной вулканизации, наполнители, мягчители и пластификаторы, защитные добавки против различных видов старения, технологические добавки.

Таким образом, любая резиновая смесь представляет собой многокомпонентную систему, в которой каждый компонент выполняет определенную функцию. Так, каучуки являются основой любой резиновой смеси и резин. Вулканизующая система обеспечивает превращение вязкоупругой смеси в прочную высокоэластичную резину. Наполнители вводятся для улучшения механических свойств, а также для снижения стоимости резин. Мягчители и пластификаторы улучшают технологические свойства смесей, т.е. их перерабатываемость, а также повышают эластичность и морозостойкость резин (пластификаторы). Защитные добавки повышают устойчивость резин к термическому, термоокислительному, озонному, радиационному, биологическому и другим видам старения.

В результате проведенной работы была повышена производительность колец 960-3519289, 122-130-46 с 693 шт. в смену до 864 шт. в смену за счет повышения температуры на 10 °С и уменьшение времени вулканизации на 100 С. При входном контроле продукции отделом технического контроля отклонений не выявлено. Качество продукции соответствует требуемым характеристикам нормативной документации, внешне видовых отклонений не обнаружено.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры МиЕ Алексеева Д.И.

Настройка удержания температуры на установке по определению реакционной способности CRI и горячей прочности CSR

Верц Е.Д., студент группы БХТ-21

В рамках взаимодействия АО «Уральская сталь» и НФ НИТУ «МИСИС» университету была передана установка для определения показателей CRI и CSR (рис. 1). Показатели CRI и CSR являются современными и востребованными параметрами, на основе которых происходит управление доменным процессом.



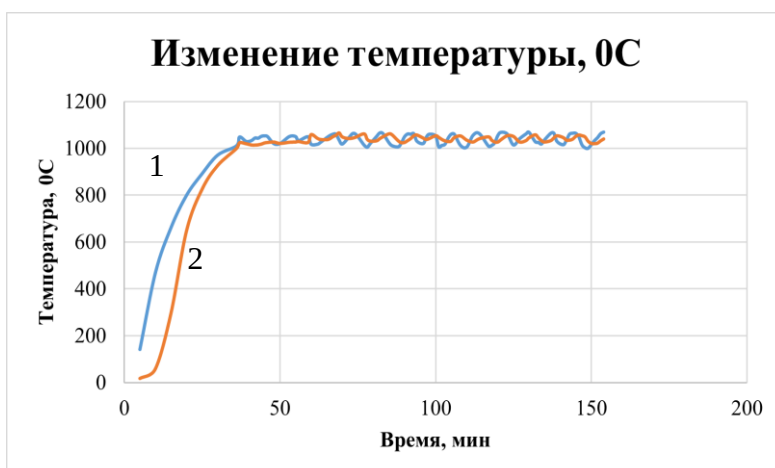
Рис. 1 – Установка для определения показателей CRI и CSR

В ходе работы с данной установкой, было выявлено, что система автоматического регулирования не работает. Была предложена замена на основе контролера ARDUINO. Целью данной работы было снятие характеристик температуры в печи и реакторе после замены контроллера.

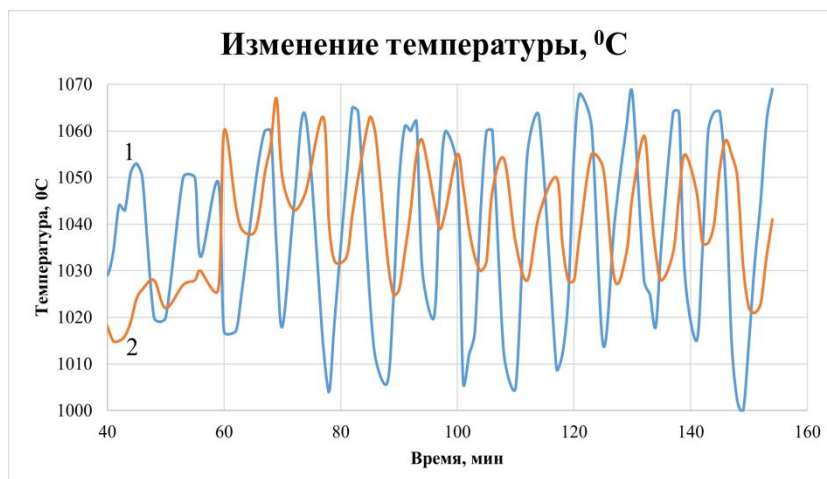
На рис. 2 показана типичная характеристика изменения температуры в зависимости от времени для печи и реактора, которую наблюдали при управлении на основе предложенного контроллера.

Так, в течении 30-40 мин температура в реакторе должна подняться до температуры 1100 °С. Далее происходит удержание этой температуры в течении 120 мин с допустимым отклонением ± 3 °С. Из данных рис. 2 следует, что в диапазоне времени 30-45 мин установка не вышла на заданное значение температуры в 1100 °С как это предписано ГОСТ Р 54250-2023.

На рис. 3 подробно показан участок удержания температуры установкой. Из анализа данных, представленных на рис. 2 можно рассчитать, что средняя температура удержания составила 1067 °С вместо 1100 °С, а разброс температуры составил 27 °С вместо 3 °С по ГОСТ Р 54250-2023.



1 – изменение температуры в печи; 2 – изменение температуры в реакторе
Рис. 2 – Характеристика изменения температуры в зависимости от времени для печи и реактора



1 – изменение температуры в печи; 2 – изменение температуры в реакторе
Рис. 3 – Характеристика изменения температуры в зависимости от времени для печи и реактора в режиме удержания температуры

Из указанных данных можно сделать вывод, что алгоритм управления установкой необходимо совершенствовать либо, например, заменить его на двухпозиционное регулирование.

Работы по дальнейшему усовершенствованию установки будут продолжены для достижения температуры удержания в 1100 °С с допустимым отклонением в 3 °С в соответствии с ГОСТ Р 54250-2023.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры МиЕ Алексеева Д.И.

Внедрение технологии PROven для улучшения качества кокса и снижения экологической нагрузки на АО «Уральская Сталь»

Кудрявцев М.С., студент группы БХТ-21

В условиях современной металлургической промышленности, качество кокса, используемого в доменном производстве, играет ключевую роль в эффективности и экономичности всего процесса. Данная выпускная квалификационная работа посвящена исследованию влияния гидравлического режима коксовых печей на качество кокса и разработке технических решений по его оптимизации на примере АО «Уральская Сталь». Основной целью исследования является внедрение технологии индивидуального регулирования давления PROven, разработанной компанией DMT, для улучшения качества кокса и снижения негативного воздействия на окружающую среду.

В рамках работы был проведен комплексный анализ процесса коксования на АО «Уральская Сталь». Статистическая обработка данных позволила выявить значимые зависимости между ключевыми показателями качества кокса и условиями его производства. В частности, было установлено, что снижение зольности и увеличение доли обогащенных углей в шихте приводит к уменьшению дробимости и истираемости кокса, что положительно сказывается на его прочности. В то же время, спекаемость кокса возрастает с увеличением скорости коксования.

Исследование также показало, что повышение температуры и скорости коксования приводит к уменьшению истираемости и увеличению степени дробимости кокса. Особое внимание было уделено параметрам, непосредственно влияющим на качество конечного продукта, таким как содержание влаги, зольности и летучих веществ в шихте.

Одним из ключевых выводов исследования является подтверждение значимости параметра M10, характеризующего выход кусков кокса размером менее 10 мм, для доменного процесса. Линейная зависимость между параметрами M10 и M25 (выход кусков кокса размером менее 25 мм) подчеркивает необходимость строгого контроля за показателем M10 для обеспечения стабильного и высокого качества кокса.

В работе подробно рассмотрены существующие методы регулирования гидравлического режима в коксовых печах. Традиционный метод, используемый на коксохимическом производстве АО «Уральская Сталь», основан на использовании стояков для отвода газа. Однако данный метод имеет ряд существенных недостатков, в первую очередь, связанных с экологическими рисками, такими как выбросы летучих веществ и загрязнение атмосферы.

В качестве альтернативы традиционному методу, в работе предлагается внедрение технологии PROven. Данная технология обеспечивает более

устойчивое и точное регулирование давления в каждой камере коксования, что позволяет оптимизировать процесс коксования и снизить выбросы летучих веществ в атмосферу. PROven позволяет индивидуально контролировать давление в каждой печи, что приводит к более равномерному прогреву шихты и, как следствие, к улучшению качества кокса.

Данный метод изобретен компанией DMT, для уменьшения выбросов летучих веществ коксовой печи, и поддержания постоянного давления в камере коксования.

Наиболее важными технологическими усовершенствованиями данного метода являются:

- давление в камере коксования отделяется от основного давления газосборника;
- сборный стояк работает с отрицательным давлением;
- давление внутри каждой коксовой печи контролируется индивидуально;
- излишние газы высасываются при отрицательном давлении в основном газосборнике;
- обычный клапан заменен на, так называемый, клапан «FixCup».

Результаты проведенного исследования убедительно демонстрируют, что внедрение технологии индивидуального регулирования давления PROven на АО «Уральская Сталь» является перспективным направлением для дальнейшего развития коксохимического производства. Использование данной технологии позволит не только значительно улучшить качество кокса, повысив его прочность и снизив содержание мелких фракций, но и существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду за счет сокращения выбросов вредных веществ. Внедрение PROven позволит АО «Уральская Сталь» повысить конкурентоспособность своей продукции и внести вклад в создание экологически чистого производства.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МиЕ Милениной Е.А.

Изучение оптимальных условий анализа ферросплавов методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой

Рязанова К.А., студентка группы БХТ-21

Ферросплавы играют важную роль в современной металлургической промышленности, обеспечивая легирование сталей и сплавов, за счет этого идет улучшение их механических, коррозионных, и эксплуатационных свойств. Качество феррохрома во много зависит от его составных элементов, которые влияют на характеристики конечной продукции, что делает аналитический контроль крайне важным.

Традиционные методики анализа ферросплавов одноэлементные, поэтому имеют высокие затраты времени и ресурсов. В последние годы значительное внимание уделяется внедрению современных подходов к анализу ферросплавов, таких как атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой. Среди главных преимуществ возможность анализировать большой диапазон элементов, при этом сохраняется высокая чувствительность и воспроизводимость результатов.

Сущность метода состоит в том, что атомы каждого элемента могут испускать свет определенных длин волн (спектральные линии). Их длина уникальна для каждого соответствующего элемента. И чем больше атомов данного элемента присутствует в анализируемом образце (пробе), тем ярче будет излучение соответствующей длины волны. Для того чтобы атомы начали испускать свет, их необходимо возбудить – более эффективным атомизатором показала себя ИСП (6000–10000°C). При столь высоких температурах возбуждается большинство элементов, что определяет высокую чувствительность и минимизирует химические эффекты интерференции, благодаря чему обеспечивается линейная пропорциональность между определяемой концентрацией элемента и аналитическим сигналом.

Для оценки точности провели анализ состава феррохрома и хрома металлического на АЭС-ИСП, по полученным данным программой спектрометра вывели результаты значения повторяемости и воспроизводимости результатов в таблице.

Результаты показали, что сходимость данных по хрому и кремнию в сплавах проходит на границе допустимых или выходит за нее. Критерий RSD по данным спектрометра также имеет завышенное значение по оговоренным элементам, а также по содержанию меди. Однако в последнем случае высокий процент вероятнее связан со слишком низкой концентрацией элемента в пробе, которая и привела к сбою при оценке программой.

Результаты эксперимента

Элемент	Повторяемость, $\Gamma_{\text{экс}}$	Предел повторяемости, $R(0,95;4)$	RSD, %
Феррохром (FeCr)			
Si	0,044	0,043	11,44
P	0	0,002	5,14
Al	0	0,001	1,36
V	0	0,005	1,57
Fe	0,139	0,637	1,01
Co (ср)	0,001	0,003	9,82
Cr (ср)	0,225	0,224	10,15
Хром (Cr)			
Si	0,008	0,008	12,22
Al	0,002	0,008	2,97
Fe	0,001	0,022	1,00
Zn	0,0002	0,0005	1,73
Cu	0	0,009	15,78
V	0,0005	0,0028	0,58

Данные по остальным нормированным элементам показывают отличные результаты по приведенным критериям. По этой причине влияние спектральных помех следует исключить.

Согласно методике, пробоподготовка проводится на электрической плите с часовым стеклом, т.е. в открытой системе нагрева проб. На практике отсутствуют меры по предотвращению потерь летучих веществ при нагреве с кислотами или по защите образцов от возможного загрязнения. Нет достоверных данных по контролю полноты растворения.

Предлагается оптимизировать процесс подготовки для анализа на спектрометре посредством введения системы микроволнового разложения в закрытой системе автоклава. Преимущество микроволнового нагрева является прямое поглощение энергии образцом, приводящее к быстрому и равномерному повышению температуры. Это ускоряет массоперенос, диффузию и химические реакции. Образцы в специальных сосудах на вращающемся роторе равномерно прогреваются за счет внутреннего трения частиц в электромагнитном поле.

Результаты исследования подтверждают, что применение микроволнового разложения в сочетании с АЭС-ИСП позволит существенно сократить время анализа, повысить точность и снизить затраты на определение элементного состава ферросплавов, что способствует повышению точности контроля продукции металлургического производства.

Работа выполнена под руководством к.п.н., доцента кафедры МиЕ Нефедовой Е.В.

Разработка технологии утилизации каменноугольных фусов

Степанова М.Н., студентка группы БХТ-21

Коксохимическое производство – это сложный технологический комплекс взаимосвязанных производств. В результате высокотемпературной деструкции угля получается продукт коксохимического производства (далее КХП) – каменноугольный кокс. Основным потребителем металлургического кокса является доменное производство. Кокс выполняет определенные функции в доменном производстве: сгорая в доменной печи, кокс выделяет большое количество тепла; является восстановителем в нижних горизонтах доменной печи и обеспечивает газопроницаемость столба шихтовых материалов.

В структуру КХП АО «Уральская Сталь» входят следующие подразделения:

- углеподготовительный цех (далее УПЦ);
- коксовый цех;
- цех улавливания химических продуктов коксования (далее ЦУПХП).

Побочными продуктами при производстве кокса являются каменноугольная смола, и коксовый газ. В процессе очистки коксового газа получают сульфат аммония и сырой бензол. Продукты улавливания коксования является очень ценными на рынке, но кроме ценных продуктов образуется большое количество высокотоксичных остатков.

В данный момент не существует стандартизированной технологии переработки, утилизации или вовлечения в технологический цикл вязких продуктов КХП, что приводит к их складированию. Поэтому важным аспектом является создание технологии переработки отходов, которая бы не ухудшала технологические параметры кокса, а также отвечала экологическим нормам при производстве кокса.

Самым большим по объему и высокотоксичным отходом являются каменноугольные фусы. Они представляют собой вязкий остаток после очистки каменноугольной смолы в первичных отстойниках от воды и твердых частиц угля, кокса и частиц золы. Фусы содержат значительное количество токсичных и канцерогенных веществ, в связи с чем их накопление и хранение нецелесообразно, а экономически эффективной технологии их переработки, на сегодняшний день, не разработано.

В настоящее время на КХП нет установок и технологического оборудования для переработки отходов, поэтому все отходы продолжают утилизироваться традиционными методами: каменноугольные фусы без подготовки возвращаются в угольную шихту, кислая смолка хранится на полигонах. Разработка и внедрение эффективной технологии утилизации химических отходов коксования позволит решить ряд проблем, связанных с

экологией, сократить расходы на хранение и получить вторичные продукты, которые могут использоваться в технологическом процессе в рамках КХП или как товарный продукт.

Таким образом, разработка эффективного способа утилизации каменноугольных фусов позволит повысить производительность коксовых батарей и качества кокса за счет снижения зольности и влажности каменноугольной шихты, что делает данную работу актуальной.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры МиЕ Масалимова А.В.

Определение рациональной методики окисленности углей

Праздничных В.Д., студентка группы БХТ-21

В результате работы получены результаты технического, петрографического и спектрального анализов углей, подверженных окислению в лабораторных условиях. Происходило воздействие на уголь кислорода воздуха, влаги, температуры. Большее окисление произошло в опыте с нагревом угля, окислились все исследуемые пробы. Результаты показали, что угли низкой стадии метаморфизма подвержены окислению, поэтому нежелательно их длительное хранение на открытом складе угля.

Были изучены существующие методы оценки окисленности углей: метод щелочной экстракции ГОСТ 32976-2014, петрографический метод ГОСТ 8930-2015, метод потенциометрического титрования ГОСТ 59012-2020, спектральный метод ГОСТ 32246-2013, раскрыты достоинства и недостатки. Из них был предложен наиболее рациональный и экономически целесообразный спектральный экспресс-метод определения окисленности, внедрение которого позволит исключить или минимизировать содержание окисленных углей в шихте, идущей на коксование, что позволит улучшить качество кокса как по М25, так и по М10.

Спектральный метод требует меньше затрат по сравнению с изученными методами оценки окисленности углей, его проводят два лаборанта, время анализа двадцать минут, за счет чего входной контроль может быть расширен, выдается двадцать восемь показателей, по которым можно определить окисленность.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры МиЕ Милениной Е.А.

РАЗДЕЛ III ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Модернизация паровой турбины К-300-240 в условиях ОАО «Интер РАО-Электрогенерация» филиал ИГРЭС

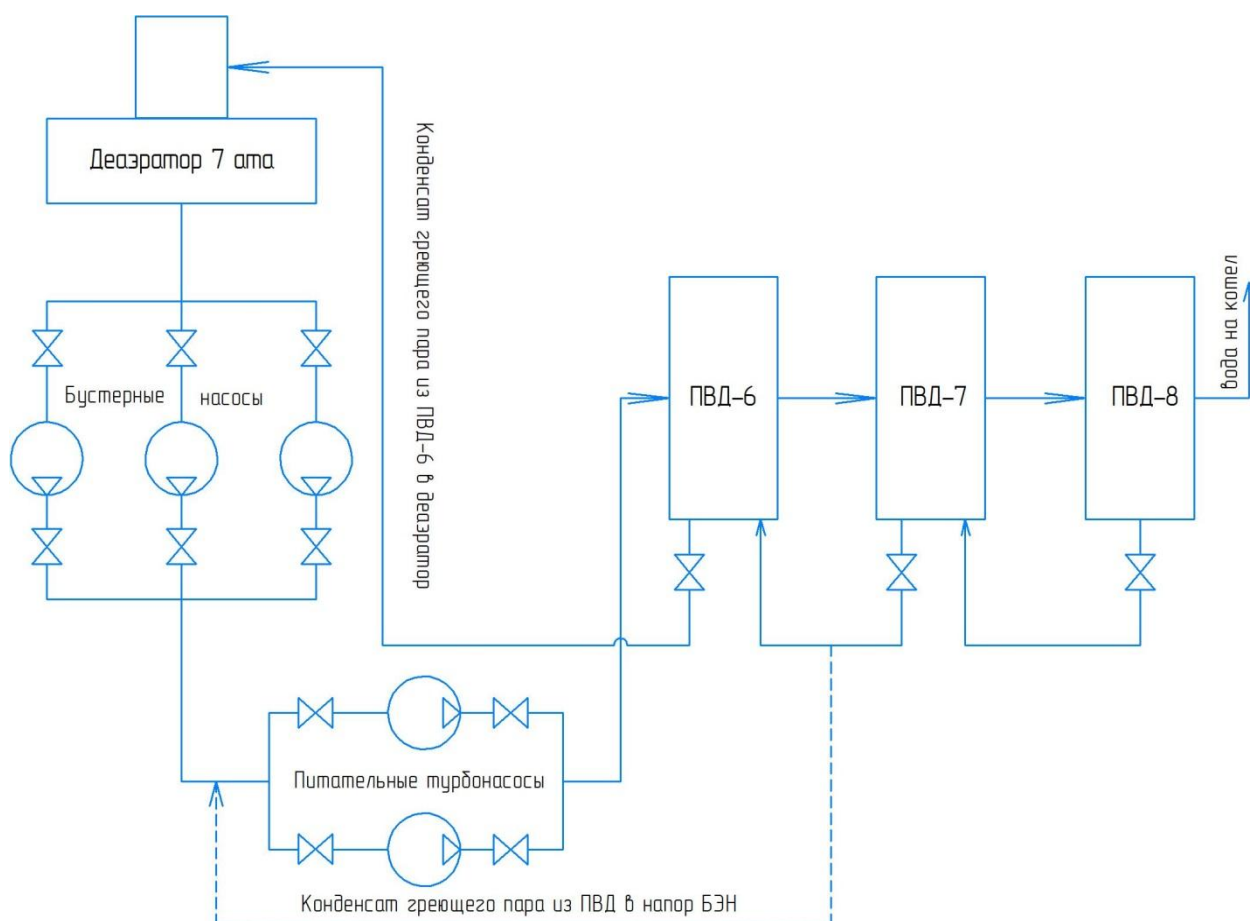
Будников А.А., студент группы БТТ-20з

В данной работе рассмотрена модернизация системы и технологии подогрева и подачи питательной воды на котлы энергоблока №4 для повышения общей эффективности генерации электроэнергии на паровых турбинах К-300-240.

Технологическая схема подогрева питательной воды паром высокого давления недостаточно энергоэффективна при полной мощности блока более 200 МВт. Резерв энергосбережения в схеме заключается в возможности сокращения расхода электроэнергии на насосное оборудование, в частности на привод бустерных насосов. Резерв заключается в том, что при развитии мощности энергоблока 200 МВт и более задействуется два бустерных насоса из трех. Существующая схема допускает перевод сброса конденсата греющего пара из подогревателя высокого давления (ПВД) в линию за бустерными насосами на всас питательных турбонасосов, что может обеспечить стабильность давления в линии перед ПТН с исключением кавитации. Данное мероприятие может исключить необходимость запуска второго бустерного насоса для поддержания давления воды перед питательным насосом, поскольку давление будет поддерживаться за счет подвода конденсата из ПВД-7 на энергоблоке №4 Ириклинской ГРЭС.

Мощность электродвигателей бустерных насосов составляет 500 кВт, что указывает на достаточно высокий энергосберегательный эффект данного мероприятия при возможности сокращения продолжительности работы второго насоса. Принципиальная схема подогрева питательной воды паром высокого давления показана на рисунке. На схеме пунктиром отмечена проектируемая линия подачи конденсата от ПВД-7 на вход питательных насосов (в напорную линию бустерных насосов). Все клапаны и арматура в подобной схеме должны иметь индивидуальное дистанционное управление. Так поставлена цель, заключающаяся в модернизации системы и технологии подогрева и подачи питательной воды на котлы энергоблока №4 для повышения общей эффективности генерации электроэнергии на турбинах К-300-240.

Цель достигается посредством перевода подачи конденсата с ПВД в линию бустерных насосов. Поставленную цель можно отнести к мероприятиям модернизации как схемы подогрева и подачи питательной воды, так и к модернизации паровой турбины К-300-240 в энергоблоке №4.



Принципиальная схема подачи конденсата греющего пара на питательный электронасос

На основании проведенных технических и экономических расчетов линии «ПВД-ПТН» и питательного турбонасоса при измененных условиях можно сделать четкий вывод о высокой энергоэффективности рассматриваемого проекта и утверждать о его высокой рентабельности. Данное изменение технологии подогрева и подачи питательной воды приводит не только к сокращению потребления электроэнергии бустерными насосами, но и посредством их простоя приводит к повышению срока службы насосного оборудования, сокращению затрат на ремонт и эксплуатацию.

Помимо сокращения расхода электроэнергии на собственные нужды также за счет простоя бустерных насосов повышается срок их эксплуатации и может быть увеличен межремонтный период для данного оборудования.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Модернизация сушильной печи с переводом на ферросплавный газ в условиях предприятия «Актюбинский завод ферросплавов»

Городилов М.С., студент группы БТТ-20з

В работе рассматривается возможность утилизации ферросплавного газа в качестве топлива для сушильных печей. Это позволяет не только сократить затраты на природный газ, но и повысить общую энергоэффективность предприятия, улучшить экологическую ситуацию, снизить выбросы вредных веществ и оптимизировать технологические процессы. Модернизация предусматривает переоборудование системы подачи топлива, адаптацию горелочного оборудования, автоматизацию управления и внедрение современных решений по безопасности.

Одним из важнейших участков предварительной подготовки шихтовых материалов является сушильный участок, в который входят барабанные и камерные печи. Их основное назначение — удаление влаги из рудных концентратов, шихты и углеродистых восстановителей перед подачей в руднотермические печи.

Обводная линия сушки сырья представляет собой комплекс зданий и сооружений, состоящий из узла дробления, узлов загрузки и разгрузки сушильной печи, конвейерных галерей и перегрузочных узлов. Линия сушки выполнена в г-образной форме параллельно складу влажных сырьевых материалов МВ02, и имеет общую протяженность около 566 м (параллельно складу 394 м и перпендикулярно 172 м).

Главной задачей модернизации сушильной печи является повышение энергоэффективности и снижение производственных затрат за счёт замены природного газа на более экономичный и доступный ферросплавный газ, образующийся в процессе производства на предприятии.

В настоящее время в плавильном цехе при работе печей № 41-44 выделяется ферросплавный газ, общее количество которого составляет примерно 100 000 нм³/ч (130 000 м³/ч) калорийностью 2500 ккал/нм³ и давлением около 1 кПа. В качестве решений по рациональному использованию ферросплавного газа рекомендуется рассмотреть перевод сушильных печей на использование ферросплавного газа на горелочных устройствах, что позволит сэкономить на сушильной печи БНЗ,5-27НУ-03 около 4000 нм³/ч природного газа, при 100 % замене природного газа ферросплавным газом.

Актуальность модернизации сушильной печи заключается в необходимости повышения эффективности производственного процесса, снижения энергозатрат и уменьшения воздействия на окружающую среду. В условиях современного промышленного производства, особенно на предприятиях металлургической отрасли, таких как Актюбинский завод

ферросплавов, важную роль играет рациональное использование ресурсов и оптимизация технологических процессов.

Одной из ключевых проблем, с которой сталкиваются предприятия, является высокая стоимость традиционных энергоресурсов — в частности, природного газа. В связи с этим становится актуальной задача перехода на альтернативные виды топлива, такие как ферросплавный газ — побочный продукт производства, обладающий достаточной теплотворной способностью и доступностью на предприятии.

Модернизация сушильной печи с заменой природного газа на ферросплавный газ позволяет:

- сократить затраты на топливо за счёт использования отходов производства;
- повысить энергоэффективность технологического процесса;
- снизить выбросы парниковых газов и других загрязняющих веществ;
- обеспечить устойчивость предприятия к колебаниям цен на энергоресурсы;
- улучшить экологическую и экономическую обстановку на предприятии и в регионе.

Таким образом, проведение модернизации не только соответствует требованиям устойчивого развития и энергоэффективности, но и повышает конкурентоспособность предприятия в долгосрочной перспективе.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Модернизация системы хранения жидких продуктов разделения воздуха в условиях АО «Уральская Сталь»

Добряков А.Н., студент группы БТТ-20з

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в определении оптимального способа модернизация системы хранения жидких продуктов разделения воздуха с увеличением производительности и объема хранения в условиях предприятия АО «Уральская Сталь».

Криогенный метод получения азота основан на разделении атмосферного воздуха с помощью сверхнизких температур. Данный процесс состоит из нескольких этапов (сжатие, влагоотделение, водяное охлаждение, резкое расширение, ректификация и ожижение). По схожей технологии производится и жидкий аргон. Данные технологии применяются на предприятии АО «Уральская Сталь» для получения газообразного азота и аргона в технологических целях. Существующая сегодня система производства и хранения жидкого азота и аргона на предприятии имеет ряд проблем и недостатков, обусловленные, прежде всего, высоким сроком эксплуатации оборудования и его недостаточной производительностью. Также и сама схема транспортировки жидких криогенных продуктов по предприятию с использованием автотранспорта не является энергоэффективным вариантом.

Проект модернизации системы производства и хранения продуктов разделения воздуха на АО «Уральская Сталь» нацелен на уменьшение количественных потерь продуктов при их газификации, увеличение объемов реализации жидкого аргона и азота сторонним организациям и, следовательно, на увеличение прибыли предприятия. Основные цели подобного проекта – это снижение потерь жидких криогенных продуктов при их разливе транспортировке и последующей газификации и вывод устаревшего оборудования из эксплуатации.

Согласно проведенному обзору рынка российского и зарубежного оборудования, был произведен расчет примерных капитальных затрат на приобретение оборудования. Согласно расчетам по средним стоимостям продукции и используемых материалов и затрат среднегодовой экономической эффект составляет порядка 70,55 млн. рублей, что обеспечит срок окупаемости порядка 1,8-2 года при изначальных капитальных вложениях на реализацию в пределах 130 млн. рублей.

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

Модернизация системы водоочистки котельной среднего давления в условиях АО «Уральская Сталь»

Казналинов А.А., студент группы БТТ-203

Одна из крупных технических проблем на ТЭЦ АО «Уральская Сталь» заключается в дефиците химически очищенной воды, используемой на ТЭЦ и производимой на ХВО №3. Дефицит также усиливается тем, что качество очищенной воды не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к питательной и подпиточной воде котлов среднего давления. На основании этого на предприятии неоднократно поднимался вопрос о доработке схемы водоподготовки с внедрением в технологию дополнительного оборудования, обеспечивающего очистку воды непосредственно только для котлов среднего давления с целью снижения нагрузки с существующей установки ХВО №3.

Учитывая тот факт, что паровые котлы среднего давления требуют достаточно высокие показатели качества питательной воды, подготовка подпиточной воды для них может осуществляться двумя способами – ионным обменом в две и более ступеней и технологией обратного осмоса. Каждая из данных технологий имеет свои преимущества и недостатки при их сравнении между собой.

Как правило, вариантов расположения водоподготовительного оборудования достаточно много и оптимальный из них определяется, естественно, доступной площадью для размещения оборудования. Поэтому всегда требуется оценка минимальной площади для фильтровального оборудования одноступенчатой и двухступенчатой Н-ОН схем обессоливания воды.

Согласно расчетам, минимальная площадь, требуемая для размещения фильтров одноступенчатой схемы Н-ОН обессоливания составит 221 м^2 при наличии 2-х резервных фильтров (один Н-катионитовый и один ОН-анионитовый). Площадь для двухступенчатой схемы составит не менее 286 м^2 при наличии четырех резервных фильтров. Более точно определить требуемую площадь под оборудование можно только после определения порядка расположения фильтровального и насосного оборудования, что невозможно без подробного системного и технического анализа конструкции и состояния здания ХВО №1.

Суммарные затраты на насосное оборудование, фильтры, ионообменные материалы и пластиковые емкости для одноступенчатой схемы составили порядка 177 млн. руб., а для двухступенчатой схемы – 224 млн. руб.

Минимальная территория для размещения оборудования одноступенчатой схемы составляет 317 м^2 ($12,0 \times 26,4 \text{ м}$), для двухступенчатой схемы - 499 м^2 ($17,5 \times 28,5 \text{ м}$). При этом схемы построены без учета резервных

фильтров и фильтров гидropерегрузки. Однако, проектируемое расположение оборудования подразумевает достаточно большие свободные территории (более 60 м²) в центре для обслуживания и ремонта основного и расположения дополнительного оборудования. Емкости воды располагаются на улице на прилегающих территориях, декарбонизаторы располагаются над емкостями декарбонизированной воды.

Основная доля неучтенных финансовых затрат приходится на возведение наружных емкостей, на внутренние и внешние монтажные и демонтажные работы, на трубную обвязку и системы АСУ и КИП. Данные затраты в силу больших объемов работ и используемых материалов могут составлять до 400-500 % от затрат на основное оборудование. Поэтому экономически оценить рассматриваемые варианты проекта чрезвычайно сложно, как и срок их окупаемости.

На основании проведенных расчетов можно сделать вывод о целесообразности применения одноступенчатой схемы Н-ОН-обессоливания при модернизации химводоочистки АО «Уральская Сталь», так как:

- бюджет на закупку оборудования, внедрение в производство и на эксплуатацию схемы примерно в 1,5 раза ниже по сравнению с двухступенчатой схемой обессоливания;
- площадь территории, требуемая для монтажа оборудования одноступенчатой схемы, значительно меньше по сравнению с двухступенчатой схемой;
- степень обессоливания воды, обеспечиваемая одноступенчатой схемой, достаточна для водоснабжения котлов среднего давления.

Точное определение требуемой территории для оборудования, точный состав оборудования и объем ионообменных смол возможен только после точного определения ионного состава исходной воды, под которую проектируется химводоочистка. Также требуется подробный инструментальный анализ здания ХВО с архитектурной точки зрения, определяющий возможность расположения фильтров в определенных точках территории с демонтажом и/или монтажом фундаментов под оборудование. То есть рассматриваемый проект модернизации ХВО носит глобальный характер, требующий анализирование многих моментов с конструкционного и теоретического направления.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Модернизация воздухонагревателей доменных печей в условиях АО «Уральская Сталь»

Кондратьева Ю.А., студент группы БТТ-20з.

Основным энергоносителем в доменном процессе является дорогостоящее и дефицитное топливо - кокс. Его стоимость составляет более половины в себестоимости выплавляемого чугуна, поэтому во всем мире доменщики стараются сократить удельный расход кокса в доменной плавке. Поэтому для экономии дорогостоящего кокса современные доменные печи работают на предварительно нагретом до 1200-1400°C дутье. Нагрев дутья осуществляют в воздухонагревателях.

Воздухонагреватели имеют большое значение для повышения производительности доменных печей и в целом для успешного хода процесса выплавки чугуна. Все доменные печи АО «Уральская Сталь» оборудованы воздухонагревателями – регенеративными аппаратами с внутренней камерой.

Регенеративные воздухонагреватели системы Каупер обеспечивают нагрев дутья до 1200 °С, что на сегодняшний день не обеспечивает максимальное снижение расхода дорогого дефицитного кокса. В последние годы разработаны принципиально новые нагревательные устройства позволяющие увеличить температуру горячего дутья до 1300-1400 °С, причем они имеют меньшие габаритные размеры и значительно проще при эксплуатации, что позволит значительно повысить технико-экономические показатели доменного процесса.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены основные типы конструкций воздухонагревателей, их принцип работы, а также основные достоинства и недостатки.

На основании анализа литературных и производственных данных целесообразно произвести замену воздухонагревателей с внутренней камерой горения воздухонагреватели конструкции Калугина.

Применение такого типа конструкции воздухонагревателей по сравнению с существующими приведет к:

- устранению недостатков присущих эксплуатируемым конструкция на АО «Уральская Сталь» агрегатов;
- снижению расхода кокса и повышению производительности печи;
- снижению себестоимости товарного чугуна;
- увеличению межремонтных периодов, а также экономии на стоимости огнеупоров при строительстве и ремонте (30-40%).

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

Разработка системы утилизации тепла уходящих дымовых газов котла ТП-13Б в условиях АО «Уральская Сталь»

Кульбаева Ю.О., студент группы БТТ-20з.

ТЭЦ-ПВС входит в единую группу компаний АО «Уральская Сталь» и является источником электро- и теплоснабжения комбината, сжатого воздуха для металлургического производства, а также источником централизованного теплоснабжения жилого сектора г. Новотроицка. Станция построена по схеме с поперечными связями, с возможностью секционирования.

Многолетние испытания оборудования котельного и турбинного оборудования ТЭЦ-ПВС показывают, что нагрев воды в бойлерной установке ниже паспортных значений. Причиной этого является, в том числе, недостаточное количество пара теплофикационного отбора 1,2-2,5 ата турбин.

В то же самое время испытания котельных агрегатов показывают высокую температуру уходящих дымовых газов, что отражено в сменных суточных ведомостях и режимных картах котлов.

Коэффициент полезного действия брутто является экономической характеристикой котельного агрегата, так как он дает зависимость тепла, полученного в паре, к затраченному теплу в топливе. Основным определяющим фактором потерь тепла с уходящими газами при заданных условиях (вид топлива и конструкция топки) является температура газов.

Вопрос об уменьшении температуры уходящих дымовых газов связан с необходимостью увеличения конвективных поверхностей нагрева и с возрастанием расхода электроэнергии на тягу и дутье. При этом дополнительные затраты возникающие в результате такого увеличения могут окупиться за счет экономии топлива.

Экономайзер это устройство для подогрева питательной воды уходящими из котельного агрегата продуктами сгорания с целью дополнительного использования тепла сожженного топлива.

Поверхность нагрева равная 1010м^2 и компоновка теплофикационного экономайзера определялись из условия снижения температуры уходящих дымовых газов до $140\text{-}150^\circ\text{C}$. Более глубокое охлаждение дымовых газов приведет к повышенным отложениям и коррозии коробов и самого теплофикационного экономайзера. Установка теплофикационных экономайзеров за котлами ст. №4,5,6,7 обеспечит снижение температуры уходящих дымовых газов этих котлов на $\approx 40^\circ\text{C}$, что обеспечит дополнительную выработку тепла $\approx 11,6$ Гкал/ч или 56000 Гкал/год.

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

Модернизация системы воздухообеспечения в условиях ПАО «Орскнефтеоргсинтез»

Мансуров П.А., студент группы БТТ-20з

Работа направлена на изучение технологического процесса предприятия, а также полного цикла производства сжатого воздуха. В данной выпускной квалификационной работе будет рассмотрен компрессор 32ВЦ-100/9, который входит в состав компрессорной станции Л-35-11/300.

Компрессор 32 ВЦ-100/9 – это центробежный многоступенчатый маслозаполненный агрегат, предназначенный для компрессии воздушных масс или технологических газовых сред.

После модернизации компрессор оснащается пластинчатым разборным теплообменником. Работа компрессора будет выстроена следующим образом. Нагретый в компрессоре воздух (до 85 °С) поступает в каналы между пластинами, тепло передается через тонкие (0,5 мм) титановые пластины охлаждающей воде, после охлаждения воздух выходит при 40 °С и направляется дальше в систему.

Пластинчатый разборный теплообменник – устройство, в котором основную функцию теплопередачи между теплоносителями выполняет пакет пластин. Среды не смешиваются между собой благодаря чередованию пластин с плотными резиновыми прокладками, которые образуют два контура движения.

Данный вид теплообменного оборудования имеет возможность полного разбора, что является большим преимуществом при техническом обслуживании, тем самым повышая его производительность и увеличивая срок службы.

В таблицу сведены показания по гидравлическим сопротивлениям старого и нового теплообменного оборудования

Сравнение теплообменного оборудования

Название параметра, единицы измерения	Теплообменник кожухобразный	Теплообменник разборный
Сопротивление воздуха, кПа	9,7	3,1
Сопротивление воды, кПа	0,93	0,28
Выход в рабочий режим, мин	15	5
Погрешность, °С	+/- 5	+/- 2
Теплопередача, °С	74	105

После замены теплообменного оборудования повысится не только производительность компрессора, но и появится возможность значительно увеличить экономию на ресурсах предприятия. На нефтеперерабатывающем заводе тепло, отводимое от компрессоров через теплообменники, может быть эффективно утилизировано в различных технологических процессах

В процессе расчета теплообменного оборудования после модернизации были выявлены существенные преимущества не только для работы компрессора, но и для нефтеперерабатывающего завода в целом, которые выражаются в уменьшении затрат на производство сжатого воздуха, а также сокращается периодичность выполнения профилактических мероприятий персоналом предприятия.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Разработка системы охлаждения и утилизации теплоты дуговой электропечи плавления базальта в условиях предприятия ООО «Новотроицкий содовый завод»

Мишина Е.А., студент группы БТТ-20з

Дуговая электроплавильная печь для базальта представляет собой новое устройство по переработке горных пород базальта, из которого получают теплоизоляционные материалы, а также супертонкие волокна для газоперекачивающих установок. Подобная плавильная печь работает на электричестве, что позволяет развить более высокие температуры (до 2000 °С) по сравнению с газовыми печами, которые обеспечивают плавку базальта только частично и дольше по времени.

При строительстве цеха по производству минеральной ваты посредством плавления базальта в дуговой электропечи встал вопрос утилизации теплоты уходящих печных (дымовых) газов и стабильного охлаждения футеровки печи.

Устанавливаемая электропечь имеет встроенные в футеровку поверхности теплообмена (нагрева), где требуется организация циркуляционной воды температурой не более 55 °С. Также при плавлении базальтовых пород (сырья) в дуговой печи идет образование печных газов температурой более 1200 °С, что, естественно, требует их охлаждения с утилизацией содержащейся теплоты. В сложившейся ситуации с постройкой цеха с дуговой печью встает вопрос определения принципа утилизации и

охлаждения печи, так как до конца не определен потенциал утилизируемой теплоты печных газов.

Согласно технологии предприятия ООО «НСЗ» на сегодняшний день наблюдается дефицит теплоносителя в виде горячей воды температурой 90-95°C. Как правило, потребности в водяном паре на предприятии нет, поэтому главной задачей при решении вопроса утилизации теплоты является определение возможности нагрева воды с 25-30 °С до 95 °С.

Проанализировав показатели газозвоздушной смеси (смесь уходящих газов за печью с воздухом) можно сделать следующие выводы:

- температура смеси практически не зависит от исходного состава печного газа, образуемого при плавлении базальта (колебания температуры от состава в пределах 15 °С);
- температура смеси при показателе примешивания воздуха $a=1,5...2,5$ лежит в пределах значений, достаточных для выработки пара среднего давления или горячей воды в технических целях;
- при показателе примешивания воздуха $a=1,5...2,5$ степень отличия газозвоздушной смеси от показателей продуктов сгорания природного газа практически не зависит от исходного состава газа, образуемого при плавлении базальта.

Согласно проведенным расчетам, возможная тепловая отдача понижается по мере увеличения доли воздуха в смеси с печным газом в расчете на 1 кг последнего. Для оценки эффективности и оптимальности тепловой утилизации газозвоздушной смеси определяющим показателем является непосредственно показатель тепловой отдачи.

При плавлении базальта с последующим получением конечного продукта в газ переходит до 20 % исходного сырья посредством угара. Тогда приближенно можно принять, что при производительности электропечи 4 т/ч за 1 час образуется 600 кг печного газа. Для расчета водогрейного котла-утилизатора принимался коэффициент примешивания воздуха $a=3$. Максимальная тепловая отдача при охлаждении газозвоздушной смеси в таком количестве до 100 °С составит 233 кВт. Именно последний показатель определяет оптимальность и энергетическую эффективность утилизации газозвоздушной смеси. Предварительно можно сделать вывод, что данного теплового потенциала достаточно для нагрева воды с 25 °С до 95 °С в количестве 2,85 т/ч.

Водогрейный котел-утилизатор может рассчитываться как классический рекуперативный кожухотрубный теплообменник, работающий по схеме «газ-жидкость». Согласно расчетам, коэффициент теплоотдачи в рассматриваемых условиях в котле-утилизаторе будет составлять порядка 90 Вт/м²·°С, требуемая площадь теплообмена порядка 79 м². Как альтернатива в данных условиях может быть рассмотрен к установке котел КУВИв 300.734.1250.

В качестве фильтрующей системы газов за котлом можно рассматривать, в простейшем случае, систему рукавных фильтров. Для подобной компоновки показатель потери давления можно принять $\Delta h_{фс}=1000$ Па. Аэродинамическое сопротивление котла, согласно данным производителя, составляет 1200 Па. Согласно расчетам, минимальное требуемое разрежение, создаваемое дымососом, составляет $h_d \approx 2000$ Па.

В качестве прототипа дымососа по полученным параметрам может быть рассмотрен либо дымосос Д №3,5 производства ООО «Вентмаш», либо дымосос ВД - 2,5 (производитель и поставщик ООО «Профи ТИМ»). При подключении данного дымососа к рассчитываемым газоходам должны использоваться переходы. При гидравлических расчетах и подборе оборудования, ширмовых затворов и автоматики данные переходы могут не учитываться, так как для газовой среды они создают пренебрежимо малое сопротивление.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Разработка индивидуального источника энергии на базе газопоршневого двигателя в условиях ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ»

Муталлапов Р.Г., студент группы БТТ-20з

В качестве теплового источника, обеспечивающего когенерацию, может рассматриваться только установка небольшой мощности на основе газопоршневого двигателя в силу невысокого потребления электроэнергии предприятия. Газопоршневые установки могут обеспечить как локальную выработку электроэнергии, так и местную теплофикацию отдельных объектов на производстве. Для рассмотрения варианта внедрения энергоэффективного источника энергии на предприятие ООО «Аккерманн Цемент» в качестве объекта принимаются здание АБК, здание столовой и рядом расположенное производственное помещение. Первым двум потребителям свойствен крайне неравномерный график нагрузок электропотребления в силу неравномерной работы – только в рабочие дни (по графику 5/2) и только в рабочие часы.

Согласно данным почасовых нагрузок, оптимальная электрическая мощность когенерационной установки составляет 100 кВт. Основываясь на

данных обстоятельствах, для теплового расчета двигателя могут быть приняты следующие исходные данные:

- двигатель без турбонаддува, атмосферный;
- расчетная номинальная мощность $N_{ном}=100$ кВт;
- номинальная частота вращения вала $n=3000$ об/мин;
- степень сжатия $\varepsilon=10$;
- охлаждение двигателя – жидкостное;
- количество цилиндров – 8 шт.

Отвод теплоты от охлаждающей жидкости ДВС может обеспечить 1-ю ступень подогрева воды, используемой в системе отопления зданий. Последующий подвод теплоты к подогретой сетевой воде от выхлопных газов ДВС обеспечивает 2-ю ступень подогрева воды.

Как было определено, теплота, отводимая от двигателя охлаждающей жидкостью, составляет $Q_{охл}=124,5$ кДж/с. Тогда, принимая эффективность теплообменного $\eta=98$ %, максимально возможный расход сетевой воды составит 2,91 кг/с. К эксплуатации для нагрева сетевой воды антифризом может быть принят разборный пластинчатый теплообменник типа ТПР поверхностью теплопередачи $F=7,2$ м², площадь поверхности пластины $f=0,3$ м².

В качестве прототипа котла-утилизатора для газопоршневого двигателя для нагрева сетевой воды выхлопными газами может быть рассмотрен котел серии КУВИ производства ООО «Гидротермаль». Модель котла – КУВИВ 100.325.300. Габаритные размеры котла – 600×430×574 мм. Котел данной модели может обеспечить стабильную утилизацию теплоты выхлопных газов двигателя газопоршневой установки за счет резерва по площади теплообмена и по пропускной способности как водяного тракта, так и газового [1, 4].

Рассмотрению подлежит продукция российского производства «КАМА-Энергетика». Данная компания осуществляет производство и поставку газопоршневых установок малых и больших мощностей – от 100 кВт до 2 МВт. Среди производимой продукции к рассмотрению может быть принята установка KG-100S/K электрической мощностью 100 кВт или KG-125S/K электрической мощностью 128 кВт.

Утилизация теплоты охлаждающей жидкости двигателя и выхлопных газов мощностью 110 кВт обеспечивает суточную экономию природного газа на уровне 271 м³/сутки. В неотапительный период утилизация тепла будет осуществляться только на подогрев горячей воды, суточная экономия (при мощности 10 кВт) составит 24 м³/сутки. Продолжительность отопительного сезона принимается условно 180 суток, тогда годовая экономия природного газа за счет утилизации тепла ГПУ составит 52380 м³/год.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Создание эффективной системы отопления административного комплекса предприятия АО «Новотроицкий трубопрокатный завод»

Нурмаянов Е.И., студент группы БТТ-20з

Проект направлен на обеспечение комфортных условий труда сотрудников и повышения энергоэффективности.

Анализ существующей системы отопления. Используемая технология — водяное напольное отопление.

Эта система позволяет равномерно распределять тепло по помещениям и экономично расходовать ресурсы. В проекте реализовано совместное использование традиционной радиаторной системы и напольного отопления.

Исходные данные и расчет. Исходные данные основаны на особенностях климатической зоны (город Новотроицк) и конструкции здания. Рассчитаны теплотери помещений и предложен эффективный шаг укладки труб напольного отопления. Произведены расчеты для разных типов помещений (офисов, коридоров, душевых и др.).

Материалы и конструкции. Применяемые материалы: сэндвич-панели, полиизоцианурат (PIR) в качестве утеплителя. Подробно описаны преимущества и недостатки используемых материалов. Особое внимание уделено характеристикам труб для напольного отопления (PEX, PE-RT, металлопластик).

Проектирование и реализация. Описание методов укладки труб и рекомендаций по монтажу. Представлена подробная схема подключения системы отопления. Осуществлено сравнение различных способов укладки труб («улитка», «змейка»).

Автоматизация и эксплуатация. Создание автоматизированной системы управления отоплением для оптимизации расходов и повышения комфорта. Детально прописаны правила эксплуатации и обслуживания системы. Разработаны графики регулирования температуры для различных помещений.

Результаты и выводы. Подтверждено преимущество совместного использования традиционных и напольных систем отопления.

Реализованная система демонстрирует значительное улучшение энергоэффективности и комфортабельности.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Разработка системы теплоснабжения АО «Новотроицкий трубопрокатный завод»

Савельев П.И., студент группы БТТ-20з.

Разработка системы теплоснабжения любого крупного промышленного объекта, которым является и трубопрокатный завод, представляет собой сложную инженерную задачу, решение которой требует учитывать множество технологических особенностей и энергоэффективность системы в целом.

В связи с технологической необходимостью в водяном паре высокого давления для трубопрокатного завода могут применяться водогрейные и паровые котла соответствующей производительности.

При проектировании системы теплоснабжения трубопрокатного завода производится расчет тепловых нагрузок отдельно на отопление и вентиляцию, нагрузок на горячее водоснабжение, нагрузок по технологии (нагрев, термообработка, прессование и т.п.).

В целом расчет и прокладка линий теплоснабжения представляет собой достаточно сложный инженерный, технический и производственный процесс, включающий в себя несколько этапов. При проектировании линии необходим учет тепловой нагрузки, температурного графика сети, учет характеристики потребителей, геодезический и климатических условий.

Гидравлический расчет выполняется для определения потерь давления в трубопроводе, определения их диаметров, необходимого напора насосов и, непосредственно, режимов работы системы. Для гидравлического расчета сетевых линий могут использоваться программы ZuluThermo, Hydrosystem, SimInTech или для ручных расчетов Microsoft Excel.

После определения диаметров трубопроводов необходимо рассчитать и подобрать теплоизоляцию для каждого участка сети. Для оценки распределения температурного поля в тепловой изоляции трубопровода в среде динамического моделирования SimInTech упрощенным методом построена модель теплоизоляции части трубопровода 1-го участка проектируемой тепловой сети.

Таким образом, спроектированный индивидуальный тепловой пункт обеспечивает горячим водоснабжением и вентиляцией все объекты инфраструктуры, в том числе и на производственных площадках предприятия. Помимо теплоснабжения на пункте осуществляется учет расхода тепла и теплоносителя. Специально установленная защитная система теплоснабжения позволяет защитить оборудование различного назначения от максимально допустимых параметров.

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

Проектирование системы отопления рабочей столовой АО «Новотроицкий трубопрокатный завод»

Сартаев Ж.Г., студент группы БТТ-20з.

Постановка задачи проектирования. Объект исследования – АО «Новотроицкий трубопрокатный завод». Задача – проектирование системы отопления рабочей столовой предприятия.

Анализ существующих решений. Типы отопительных систем: водяной, воздушный, инфракрасный, электрический. Предпочтителен вариант водяного отопления, характеризующийся низкими эксплуатационными затратами и длительным сроком службы.

Инженерные расчеты. Методология расчетов основана на нормативных документах и актуальной проектной практике.

Проводится расчёт:

- тепловых потерь здания.
- потребляемой мощности отопительных приборов.
- пропускной способности и гидравлики трубопроводов.

Полученные данные помогают выбрать оптимальное число и тип отопительных приборов.

Выбран вариант радиаторного отопления с автоматической регулировкой температуры.

Экономика проекта. Проведен экономический расчет стоимости оборудования и монтажных работ. Стоимость реализации проекта составила 833 тыс. рублей.

Регулирование и эксплуатация. Система автоматизации и дистанционного управления отоплением позволяет минимизировать издержки и обеспечивать комфорт в помещении. Описана процедура ежегодного обслуживания отопительной системы и профилактики отказов.

Выводы. Оптимальным решением признано радиаторное водяное отопление с применением биметаллических радиаторов. Решение соответствует современным требованиям энергосбережения и комфорта сотрудников предприятия. Эффективность и экономичность выбранного решения обосновываются результатами проведенных расчетов и сравнительными характеристиками альтернативных вариантов.

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

Модернизация системы отопления и кондиционирования здания УКК в условиях АО «Уральская Сталь»

Филимошин А.А., студент группы БТТ-20з.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что спрос на энергоносители в мире ежедневно увеличивается, что приводит к их удорожанию. Поэтому вопросы энергопотребления и энергоэкономии в современном мире являются первостепенными.

Целью работы является изучение работы инженерных систем, принцип работы отопления и кондиционирования, а также вопросы экономии тепловой энергии за счет внедрения современных отопительных установок с возможностью автоматического управления.

Поставленная цель определяет следующие задачи:

- изучить технические характеристики объекта проектирования;
- изучить требования к системам отопления;
- произвести обзор состояния проблемы и перспективные направления ее решения.

В работе в качестве объекта выбрано здание УКК АО «Уральская Сталь».

В помещениях здания имеются следующие внутри климатические проблемы: в зимний период года ощутим неравномерный прогрев помещений. Происходит перегрев одной части помещений, из-за чего приходится открывать окна и проветривать помещения, что приводит к потере тепла. В другой части помещений происходит недогрев, что приводит к увеличению заболеваемости работников, либо применению электрических нагревателей в течении всего рабочего дня, что значительно увеличивает потребление электроэнергии.

Существующая система отопления в четырехэтажном здании вертикальная однетрубная с верхней разводкой подающей магистрали, а в актовом и спортивном залах горизонтальная двухтрубная система с нижней разводкой подающей магистрали. В качестве отопительных приборов применены радиаторы чугунные секционные. Тепловой пункт здания с элеваторным узлом смешения. Автоматических средств регулирования нет.

Современные системы отопления должны быть энергоэффективными и работать на высоком качественном уровне. Эти требования могут обеспечить только автоматизированные системы отопления.

Комплексная автоматизация систем отопления включает:

- индивидуальное управление подачей теплоты от отопительных приборов системы за счет установки автоматических радиаторных терморегуляторов;

- местное регулирование параметров теплоносителя в тепловом пункте за счет установки автоматизированного узла управления с насосным смешиванием, что позволит поддерживать систему отопления здания в индивидуальном режиме регулирования;

- автоматическое поддержание гидравлических режимов в трубопроводной сети системы за счет установки на стояки балансировочных клапанов;

Исходя из выше сказанного для рассматриваемого четырехэтажного здания с чердаком принимается следующая конструкция системы отопления: вертикальная однотрубная с верхней разводкой подающей магистрали, с параметрами теплоносителя $T_{п}=95^{\circ}\text{C}$ и $T_{о}=70^{\circ}\text{C}$, присоединение к тепловой сети зависимое, с автоматизированным узлом управления и насосным смешиванием, регулирование теплоотдачи от отопительных приборов автоматическое, радиаторными терморегуляторами, циркуляционное давление в системе поддерживается смесительным насосом.

В актовом и спортивном залах наблюдается повышенная влажность воздуха и духота.

Для устранения выше указанных проблем необходима организация общеобменной приточно-вытяжной вентиляции.

Это тип кондиционера, который состоит из модульных блоков, которые формируют единую вентиляционную установку, они работают на воде, пару и электричестве.

Их отличительной особенностью является компактность, низкий уровень шума, умеренная цена. В зависимости от комплектации, могут осуществлять следующие режимы обработки воздуха - очистка, нагрев, рециркуляция, охлаждение и увлажнение.

Приточные установки комплектуются блоками управления и могут поддерживать в обслуживаемом помещении искусственный климат с заданными параметрами.

Управление осуществляется со щита автоматики и управления, которые устанавливаются в венткамере.

Согласно проведенным расчетам затраты на приобретение оборудования составят 671000 руб, а экономический эффект от вложений будет равен 546 Гкал, что в пересчете денежного выражения составит 745000 руб., что обеспечит срок окупаемости 10,8 мес. Основные данные по затратам, стоимостям и выручке взяты усредненно.

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

РАЗДЕЛ IV ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Модернизация электропривода копра с ударной нагрузкой в условиях АО «Уральская Сталь»

Абдрахимов А.К., студент группы БЭЭ-21

В данной работе рассмотрена модернизация и разработка системы автоматического управления электропривода копра для проведения испытаний ударной нагрузкой.

Модернизация будет проводиться за счет установки преобразователя частоты и разработки автоматизированной системы управления. Целью является повышение эффективности работы электропривода – снижении энергопотребления и обеспечении надежности.

В качестве объекта проектирования была выбран вертикальный копер DWTT, расположенная в Центральной лаборатории комбината. Данная установка представляет собой металлическую башню, в которой происходит сброс груза на испытуемый образец. Она используется для оценки прочности различных заготовок.

При анализе технологического процесса для электропривода важно учесть несколько факторов. Прежде всего, электропривод должен обладать достаточной мощностью и надежностью, а также соответствовать стандартам безопасности и обладать механизмами защиты от аварийных ситуаций.

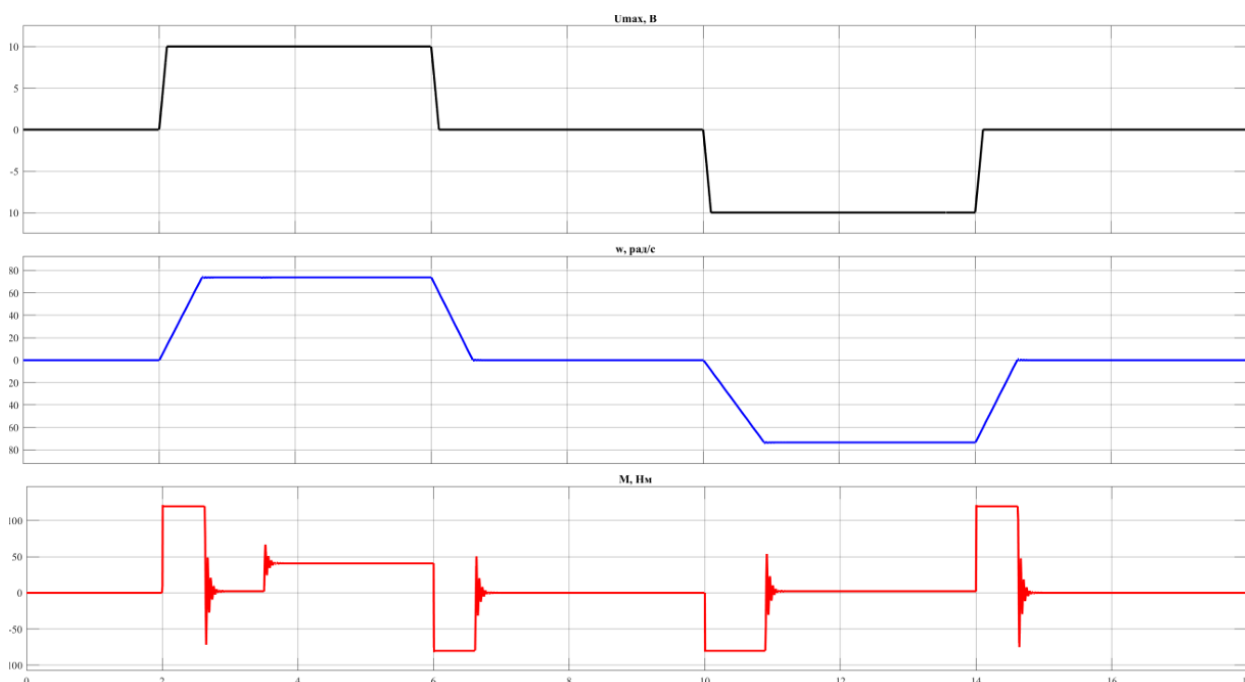
В рамках проектирования системы управления электроприводом одним из возможных подходов является замена «прямого пуска» на «частотное регулирование».

Исходя из рассчитанной мощности был выбран трехфазный асинхронный электродвигатель АИР112МВ8 с короткозамкнутым ротором. В качестве преобразователя частоты в соответствии параметров был выбран «Веспер Е5-8600-005Н». Он позволяет добиться высокой производительности и является незаменимым решением для управления.

Была представлена векторная система управления и смоделирована САР электропривода в программе MATLAB Simulink.

Векторное управление является предпочтительным способом управления электроприводом для данного случая, так как существует необходимость быстрого регулирования скорости и направления движения.

Переходные процессы, показанные на рисунке, демонстрируют, что настройка системы векторного управления выполнена на симметричный оптимум, так как переходные процессы соответствуют этому параметру. При использовании ПИ-регуляторов скорости и потокосцепления, статическая ошибка в канале регулирования отсутствует.



Переходные процессы в электроприводе

Так же было рассмотрено другое перспективное направление – применение систем обратной связи. Система позволяет получать информацию о текущем состоянии пластинчатого питателя, что помогает более точно управлять его работой и предотвращать возможные поломки. Например, использование датчиков шаровой мельницы позволяет контролировать его состояние электропривода и его скорость.

Благодаря внедрению технических решений и программного обеспечения, на предприятии будет повышена эффективность и надежность работы, что в свою очередь оптимизирует технологический процесс и улучшает производительность.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

«Модернизация электропривода продольно-строгального станка 7210 в условиях АО «Орский завод ЭМИ»

Антоненко Р.В., студент группы БЭЭ-21

В данной работе рассмотрена модернизация и разработка системы автоматического управления электропривода продольно-строгального станка 7210.

Модернизация будет проводиться за счет установки преобразователя частоты и разработки автоматизированной системы управления. Цель дипломной работы – провести анализ имеющегося управления машины, выявить слабые стороны, после чего привести способ модернизации.

В качестве объекта проектирования был выбран продольно-строгальный станок 7210. Продольно-строгальный станок 7210 предназначен для обработки плоских и профилированных деталей, выполнения строгальных операций металла. Он широко применяется в машиностроении и металлообработке.

Станок обеспечивает высокую точность обработки, универсальность для различных материалов и форм, а также надёжность и долговечность конструкции. Он используется для строгания плоских поверхностей, изготовления пазов, канавок и обработки металлических заготовок, таких как стальные и чугунные детали.

При анализе технологического процесса для электропривода данного станка важно учесть несколько факторов. Прежде всего, электропривод должен обладать достаточной мощностью и надёжностью, а также соответствовать стандартам безопасности и обладать механизмами защиты от аварийных ситуаций. В рамках проектирования системы управления электроприводом привода стола одним из возможных подходов является замена двигателя постоянного тока на асинхронный двигатель. Исходя из рассчитанной мощности был выбран трехфазный асинхронный электродвигатель АИР250S4 с короткозамкнутым ротором. В качестве преобразователя частоты в соответствии параметров INVT GD350A-090G/110P-4.

Переходные процессы, показанные на рисунках 1 и 2, демонстрируют, что настройка системы векторного управления выполнена на симметричный оптимум, так как переходные процессы соответствуют этому параметру.

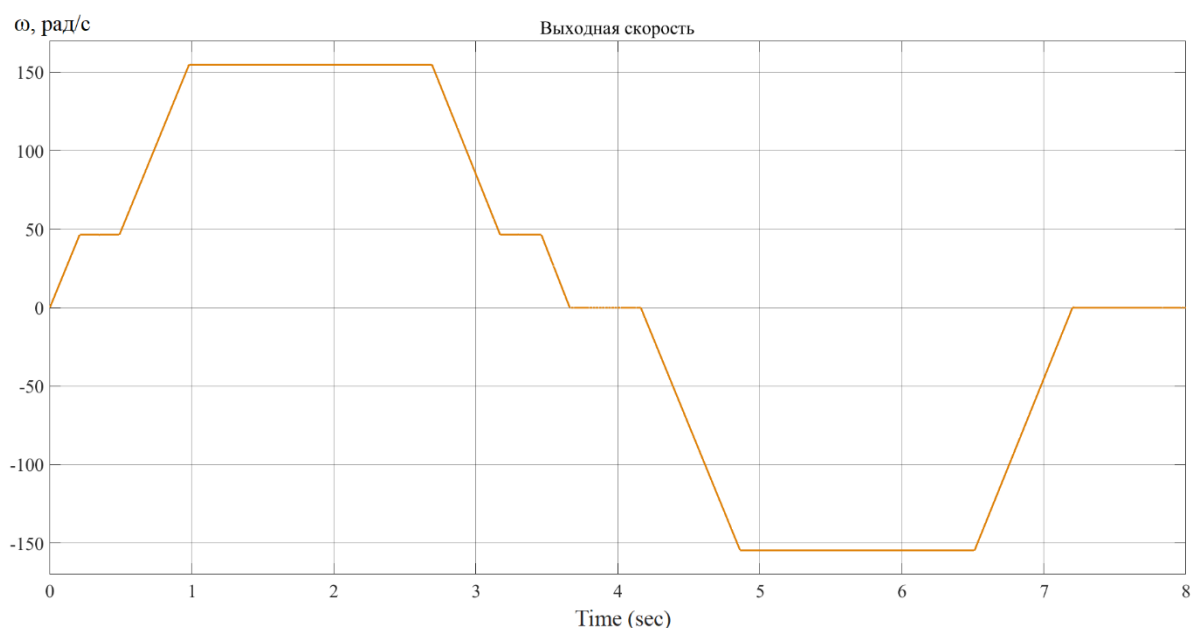


Рисунок 1 – Выходная скорость

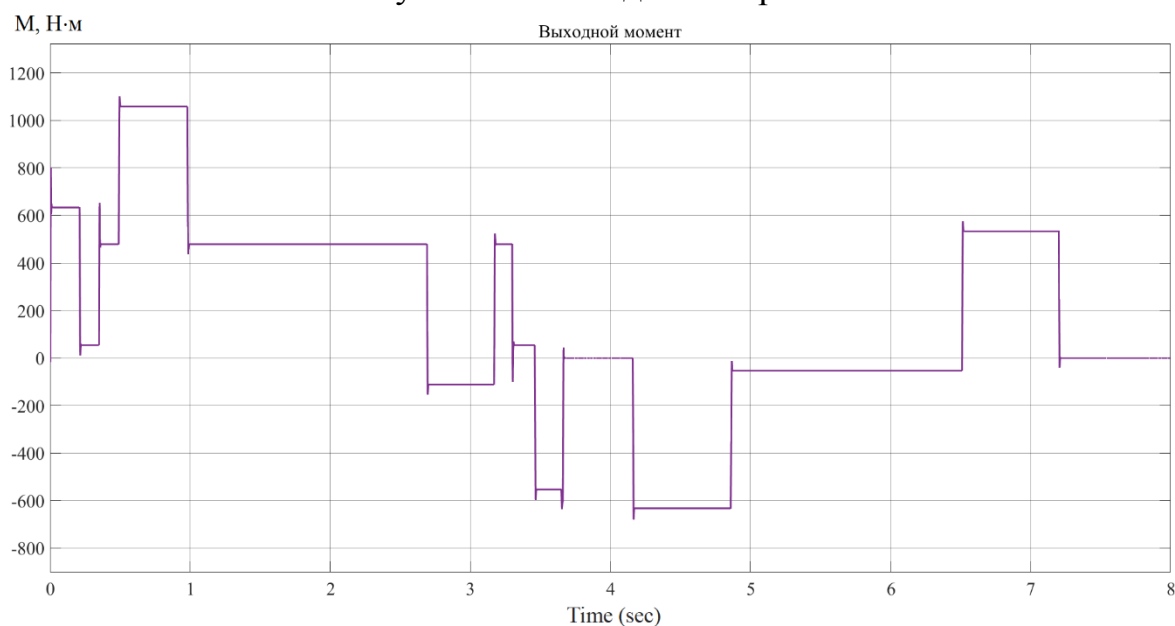


Рисунок 2 – Выходной момент

Благодаря внедрению технических решений и программного обеспечения, на предприятии будет повышена эффективность и надежность работы оборудования, что в свою очередь оптимизирует технологический процесс и улучшает производительность.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

Моделирование системы управления электропривода с релейными регуляторами

Гаврилов А. Е., студент группы БЭЭ-21

В качестве объекта проектирования был выбран ковшовый элеватор ЛГ-200, расположенный на предприятии АО «Новотроицкий завод хромовых соединений». Элеватор представляет собой вертикальное транспортное оборудование ленточного типа, предназначенное для непрерывного подъема сыпучих материалов (хромовых соединений, рудных концентратов, сухих химикатов) на высоту до 18 метров.

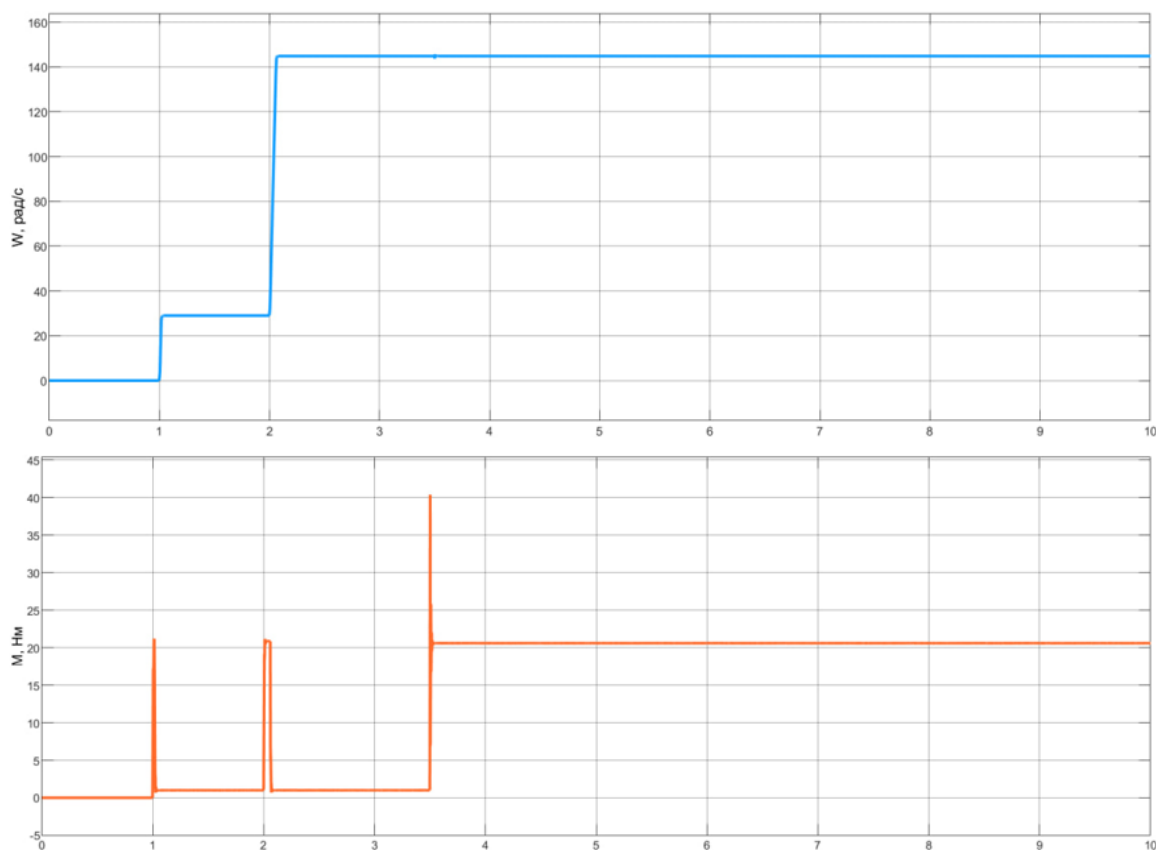
Конструкция элеватора представляет собой замкнутую транспортную систему, собранную в вертикальном металлическом корпусе с защитными кожухами. Основу механизма составляет прочная конвейерная лента или цепь с закрепленными стальными ковшами, которые непрерывно перемещают сыпучий материал снизу вверх. Приводная система включает электродвигатель с редуктором, передающий крутящий момент на приводной барабан, в то время как натяжное устройство в нижней части обеспечивает оптимальное натяжение ленты.

При проектировании системы управления электроприводом необходимо комплексно оценить условия его работы и требования технологического процесса. Особую роль играют внешние факторы: запыленность, влажность и температура в рабочей зоне, способные повлиять на надежность оборудования. Система должна быть оснащена защитными механизмами, предотвращающими аварии при заклинивании или обрыве ленты, а также обеспечивать энергоэффективность за счет оптимизации режимов работы. Исходя из рассчитанной мощности был выбран трёхфазный асинхронный двигатель АИР100S4 с короткозамкнутым ротором.

При проектировании современных систем управления электроприводами особое внимание уделяется методам, обеспечивающим точное регулирование момента и скорости. Векторное управление выделяется среди альтернативных подходов благодаря своей способности независимо контролировать магнитный поток и момент двигателя. Это достигается за счет преобразования переменных состояния в систему координат, вращающуюся синхронно с полем статора, что принципиально меняет динамические характеристики системы.

Скалярное управление, несмотря на свою структурную простоту, демонстрирует принципиальную несовместимость с релейными регуляторами тока в силу фундаментальных различий в методологии управления. Основным конфликт возникает из-за неспособности скалярных систем обеспечить необходимое быстродействие и точность регулирования, требуемые для эффективной работы релейных элементов.

Моделирование показало, что угловая скорость в процессе пуска имеет нарастающий характер с постепенным выходом на установившееся значение. Такой характер изменения свидетельствует об отсутствии колебательных процессов в системе при разгоне двигателя.



Графики динамической характеристики угловой скорости и момента

Анализ электромагнитного момента выявил наличие кратковременных скачков в начальный период пуска, что связано с особенностями переходных процессов в электрической цепи. Однако после завершения переходного периода момент стабилизируется и принимает значение, соответствующее установившемуся режиму работы.

Наблюдаемая динамика параметров демонстрирует устойчивый характер работы системы при изменении нагрузки. Установлено, что время выхода на рабочий режим определяется как параметрами самого электропривода, так и характеристиками нагрузки. Полученные результаты подтверждают корректность разработанной модели.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Модернизация электропривода ленточного вакуумного фильтра в условиях АО «Новотроицкий завод хромовых соединений»

Качалов И.С., студент группы БЭЭ-21

В качестве объекта проектирования была выбран ленточный вакуумный фильтр, расположенная в цехе №5. Ленточный вакуумный фильтр типа ЛОН с ножевым съемом осадка состоит из бесконечной дренажной ленты, натянутой между приводным барабаном.

Важно соблюдать все требования к электроприводу, ведь благодаря им многократно повысится надежность, эффективность работы и долгосрочность агрегата. А также снизятся затраты, уменьшаться потери в системе, и минимизируется время простоя оборудования.

В рамках проектирования системы управления электроприводом ленточного вакуумного фильтра одним из возможных подходов является замена «прямого пуска» на «частотное регулирование». Исходя из рассчитанной мощности был выбран трехфазный асинхронный электродвигатель 5A160M4 с короткозамкнутым ротором. В качестве преобразователя частоты в соответствии параметров был выбран INNOVERT IPD303U43B. Он позволяют добиться высокой производительности и являются незаменимым решением для управления.

Переходные процессы, показанные на рисунках 1 и 2, показывают, что двигатель разгоняется и тормозит ровно, практически без колебаний. Пусковой момент очень низкий, и не превышает 70 Н·м, максимальный же момент проявляется при подведении нагрузки, и достигает 190 Н·м. Пусковой ток не превышает 50 А.

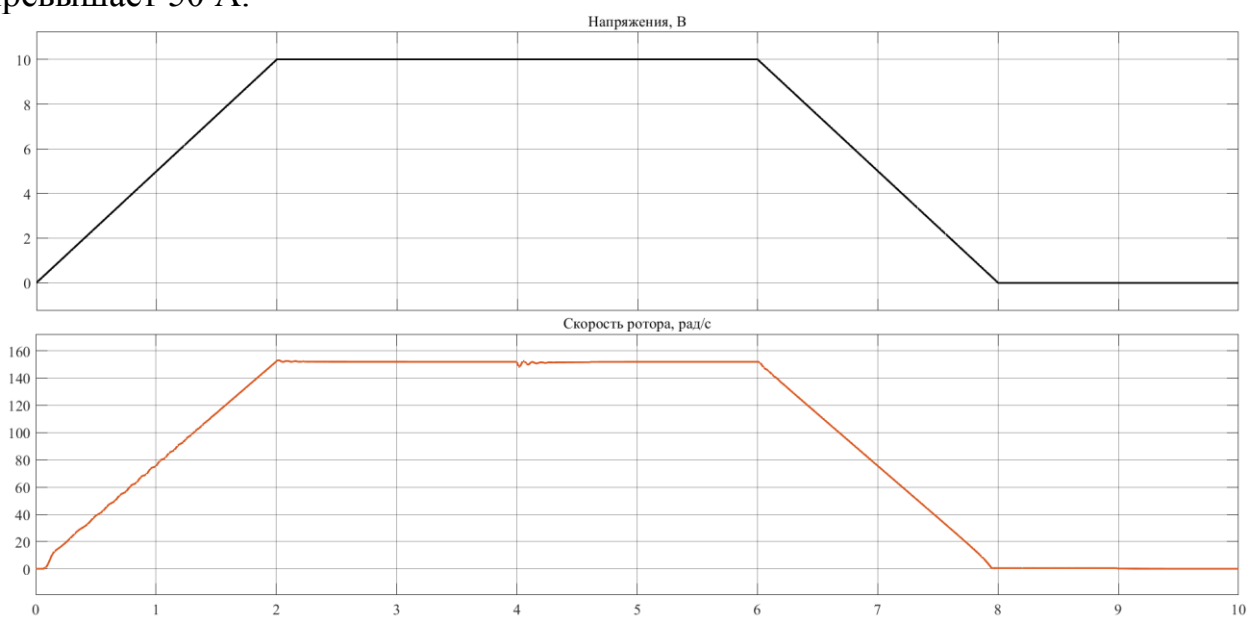


Рисунок 1 – Переходный процесс скорости электропривода

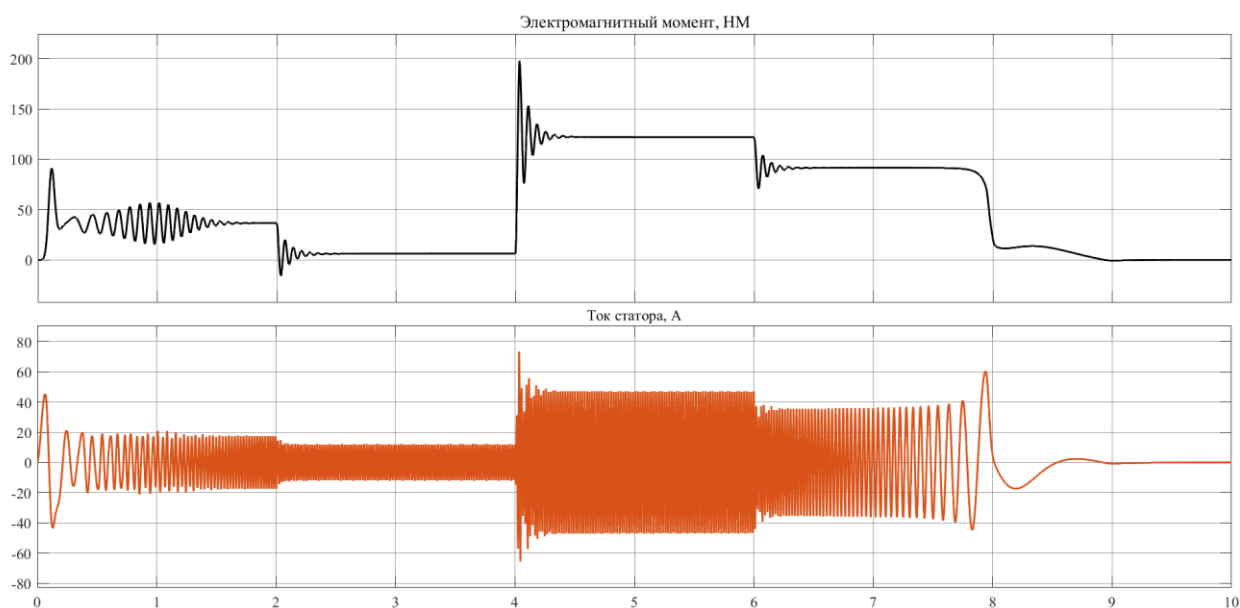


Рисунок 2 – Переходные процесса момента и тока электропривода

Благодаря внедрению технических решений, на предприятии будет повышена эффективность и надежность работы ленточного вакуумного фильтра, что в свою очередь оптимизирует технологический процесс и улучшает производительность.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

Модернизация главного электропривода прокаточной печи в условиях АО «НЗХС»

Максимова В.И., студент группы БЭЭ-21

В качестве объекта проектирования была выбрана прокаточная печь ВЗ-45ТУ-02, расположенная в цехе №5. Прокаточная печь представляет собой цилиндрическую печь с вращающимся барабаном и размерами 3 м в диаметре и 45 м в длину. Она используется для обработки и спекания сырья, перемещающегося внутри барабана под действием сил тяжести, нагревание осуществляется путём греющего агента через специальные устройства. Прокаточная печь с вращающимся барабаном обладает высокой производительностью. Скорость работы печи зависит от условий

технологического процесса, производительность печи в среднем составляет 14 тонн в час.

При анализе технологического процесса для электропривода прокалочной печи важно учесть несколько факторов. Прежде всего, электропривод должен обладать достаточной мощностью и надежностью, а также соответствовать стандартам запуска и возможности регулирования скорости для оптимального обжига. В рамках проектирования системы управления электроприводом пластинчатого питателя одним из возможных подходов является замена «прямого пуска» на «частотное регулирование». Исходя из рассчитанной мощности был выбран трехфазный асинхронный электродвигатель 5AI250S4 с короткозамкнутым ротором. В качестве преобразователя частоты в соответствии параметров была выбрана фирма INNOVERT модель – IBD903U43B. Он позволяют добиться высокой производительности и являются незаменимым решением для управления. Была представлена скалярная система управления и смоделирована САР электропривода главного электропривода.

Переходные процессы, показанные на рисунках 1 и 2, демонстрируют, что при моделировании скалярного управления ПЧ наблюдается более мягкий старт, который предотвращает резкие колебания тока, что в свою очередь положительно сказывается на защите оборудования от износа.

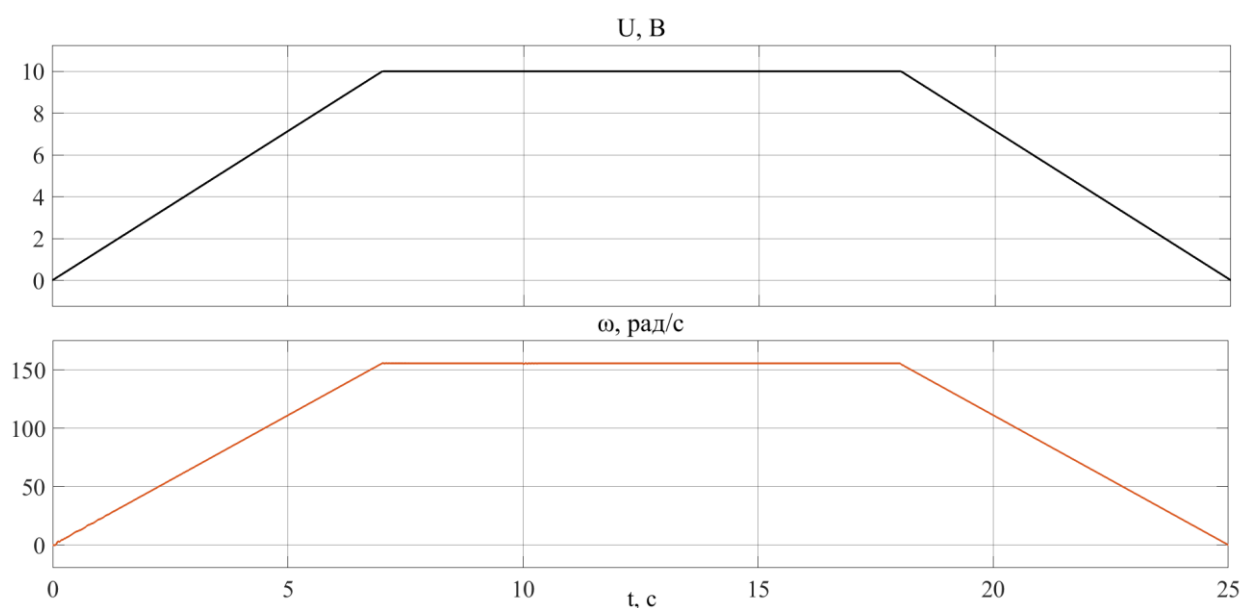


Рисунок 1 – Переходный процесс скорости электропривода

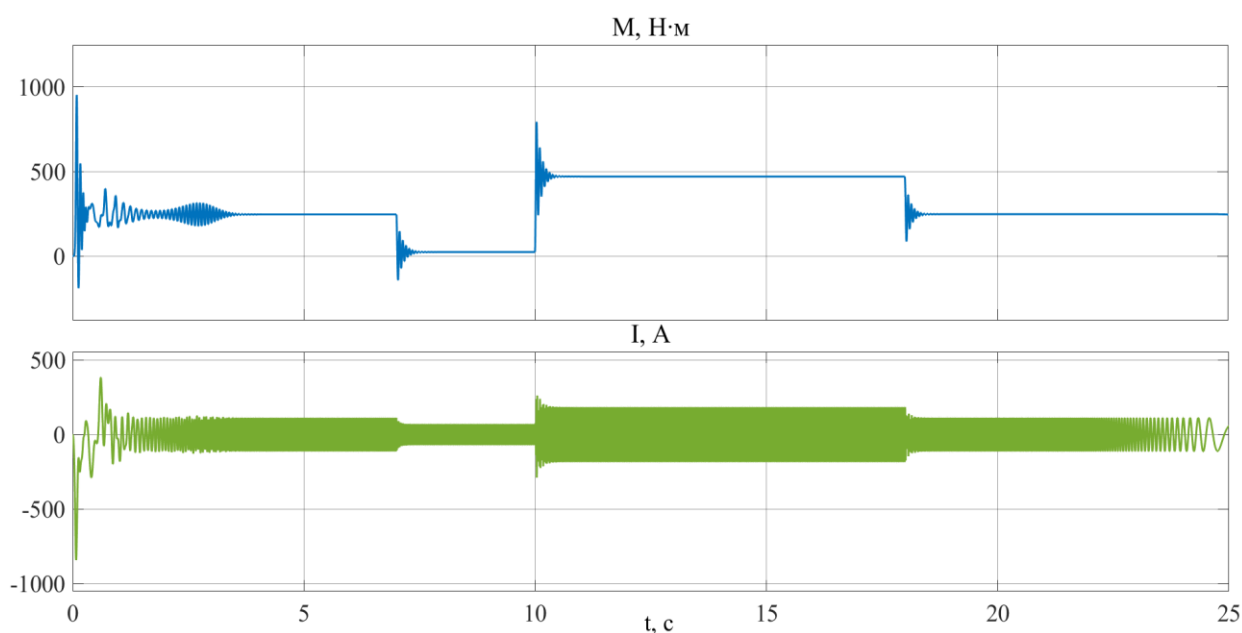


Рисунок 2 – Переходные процессы тока и момента электропривода

Параметрирование частотного преобразователя – ключевая процедура для приведения в состоянии оптимальной работы и к конкретным требованиям эксплуатации. Преобразователь частоты представляет собой сложные электронные системы, требующие квалифицированной настройки, так как от корректности заданных параметров зависит производительность привода и безопасность производства. Настройка внутренних свойств осуществляется с использованием специальных программ или панели управления, что важно для его эффективной работы. Настройки по умолчанию обеспечивают лишь функциональность для самого простого случая, наладка под конкретные задачи позволит повысить ресурс оборудования.

Благодаря внедрению технических решений и программного обеспечения, на предприятии будет повышена эффективность и надежность работы главного привода печи, что в свою очередь оптимизирует технологический процесс и улучшает производительность.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

Модернизация электропривода дымососа в условиях ЭСПЦ АО «Уральская Сталь»

Комендантов Д.А., студент группы БЭЭ-21

Модернизация электропривода дымососа реализуется за счёт применения частотно-регулируемого привода на базе современного преобразователя частоты, а также проектирования автоматизированной системы управления. Основная задача работы заключается в оптимизации энергопотребления, обеспечении безопасной и надёжной работы агрегата при различных производственных нагрузках, а также в обеспечении соответствия современным требованиям промышленной безопасности.

Объектом проектирования является промышленный дымосос ДН-19, предназначенный для удаления дымовых газов из технологических установок. Дымосос эксплуатируется в условиях интенсивной работы, где требуется поддержание стабильных параметров производительности и давления, что обуславливает необходимость высокой точности регулирования электропривода и надёжности силовой части.

В ходе проектирования выполнен переход от традиционного управления к использованию частотно-регулируемого электропривода с реализацией скалярного управления (U/f), что позволяет обеспечить плавный пуск и остановку, снизить механические и электрические нагрузки, а также повысить эффективность эксплуатации оборудования. Для привода дымососа выбран трёхфазный асинхронный электродвигатель АИР355МВ6 мощностью 250 кВт, обладающий необходимыми параметрами для работы в условиях цеха. Для организации частотного регулирования применяется преобразователь частоты INVT GD270-250–4, технические характеристики которого полностью соответствуют требованиям автоматизированной системы управления.

В рамках работы разработана имитационная модель электропривода в среде Matlab/Simulink, проведено моделирование переходных процессов и анализ динамических характеристик системы управления. Реализация скалярного управления U/f оптимальна для вентиляторных нагрузок с квадратичной характеристикой, что позволяет достичь необходимой точности регулирования и повысить энергоэффективность дымососа.

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

Моделирование работы металлорежущего станка в программе SimInTech»

Марийчин Е.В., студент группы БЭЭ-21

Выпускная квалификационная работа посвящена моделированию работы металлорежущего станка в программной среде SimInTech. В работе рассмотрены актуальные вопросы повышения эффективности, надежности и автоматизации станочного оборудования за счет внедрения современных систем векторного управления электроприводом.

Для достижения поставленных задач в работе реализована разработка и исследование математической модели электромеханической системы токарно-карусельного станка с применением современных алгоритмов векторного управления. Основное внимание уделено повышению качества управления электроприводом, снижению энергопотребления, а также обеспечению необходимого уровня надежности и безопасности работы оборудования в условиях промышленной эксплуатации.

Объектом проектирования является токарно-карусельный металлорежущий станок 1М557, предназначенный для обработки крупногабаритных металлических заготовок диаметром до 3200 мм, высотой до 1600 мм и массой до 16 000 кг. Такое оборудование широко применяется на машиностроительных предприятиях и других промышленных объектах для выполнения высокоточных токарных и расточных операций. Станок оснащён планшайбой диаметром 2800 мм и мощным электроприводом главного движения на 40 кВт, что обеспечивает высокую производительность и качество обработки.

В рамках проектирования системы управления рассматривается переход к использованию векторного управления с применением частотного преобразователя OptiCore A300-55K мощностью 55 кВт. Это решение позволяет повысить гибкость, энергоэффективность и надежность эксплуатации оборудования. Применение математического моделирования в среде SimInTech даёт возможность оптимизировать параметры системы и провести всесторонний анализ работы электропривода в различных режимах эксплуатации.

На основании расчетов нагрузки в качестве основного двигателя выбран трёхфазный асинхронный электродвигатель серии АИР200L4 с короткозамкнутым ротором, номинальной мощностью 45 кВт и номинальной скоростью вращения 1475 об/мин. Такой двигатель обеспечивает требуемую производительность и высокий уровень эксплуатационной надежности для работы токарно-карусельного станка 1М557.

Для организации частотного регулирования применён современный преобразователь частоты OptiCore A300-55K, обладающий номинальной

мощностью 55 кВт и способный выдерживать ток до 112 А. Его технические характеристики полностью соответствуют требованиям системы, обеспечивая плавное регулирование скорости в диапазоне от 1,8 до 63 об/мин.

Использование данного преобразователя частоты создаёт оптимальные условия для повышения производительности оборудования, повышения энергоэффективности и надёжности управления электроприводом.

В рамках работы была разработана и реализована векторная система управления электроприводом, а также выполнено моделирование работы электромеханической системы станка в среде SimInTech. Проведённый анализ показал, что выбранная структура управления обеспечивает высокую точность регулирования скорости и момента двигателя, а также стабильную работу электропривода во всём рабочем диапазоне нагрузок.

На рисунке показано, как система управления скоростью двигателя отрабатывает ступенчатые изменения скорости.

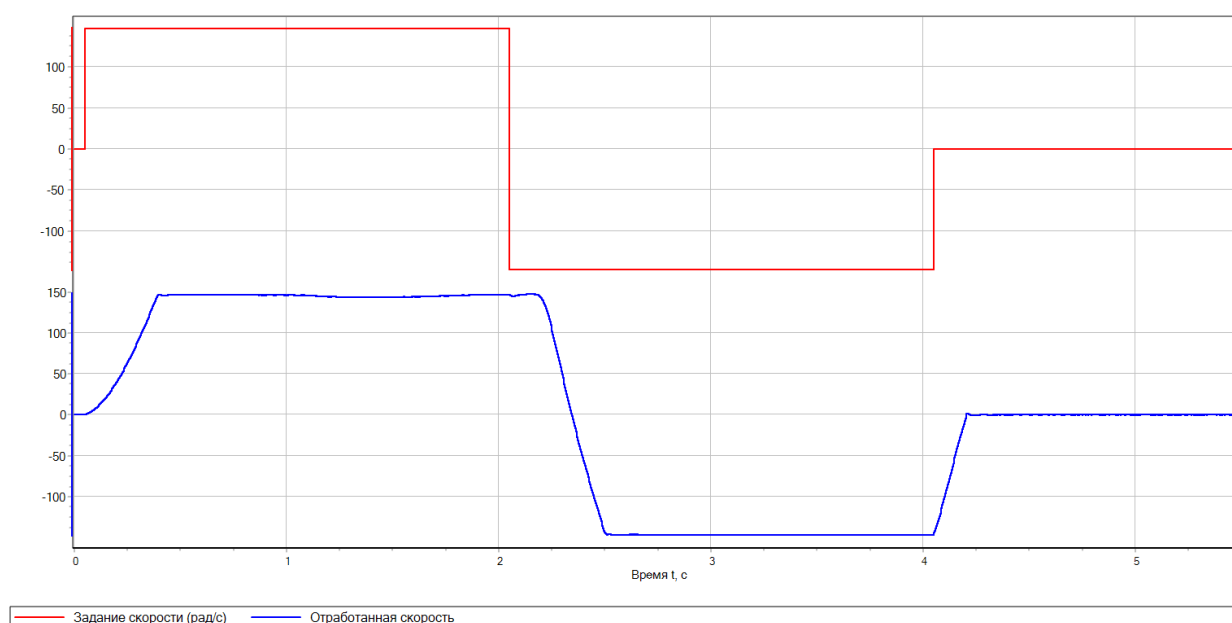


График задания скорости на входе и на выходе системы

График демонстрирует хорошую динамику системы: при изменении задания скорости двигатель быстро достигает новых заданных значений, без существенного перерегулирования и с быстрым затуханием переходных процессов. Это говорит о корректной настройке системы управления скоростью.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Бушуева А.Н.

Модернизация электропривода отрезного станка INCOM в условиях АО «Рифар»

Першин А.В., студент группы БЭЭ-21

Современный этап развития промышленности характеризуется стремительным внедрением автоматизированных систем управления электроприводами, что связано с необходимостью повышения точности, надежности и энергоэффективности технологических процессов. Электропривод является ключевым элементом практически всех современных производственных механизмов, обеспечивая преобразование электрической энергии в механическую, и управление движением исполнительных органов машин.

Целью данной работы является проектирование и исследование векторной системы управления асинхронным двигателем с ориентацией по потоку сцепления ротора. В рамках работы решаются задачи анализа требований к электроприводу, выбора элементов силовой части, расчета статических и динамических характеристик, а также построения имитационной модели системы управления с последующим анализом её поведения при различных режимах работы.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов при разработке современных систем управления электроприводами на промышленных объектах. Теоретическая база исследования основана на современных подходах к моделированию и синтезу систем автоматического управления электроприводами переменного тока.

Работа выполнена с использованием теоретических знаний в области электропривода, автоматического управления и компьютерного моделирования. Для реализации имитационной модели применялись программные средства, такие как MATLAB/Simulink, позволяющие эффективно исследовать сложные нелинейные системы.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Баскова С.Н.

Модернизация привода проборазделочной машины МПЛ-150М1Р в условиях углеподготовительного цеха АО «Уральская Сталь»

Самохин А.Д., студент группы БЭЭ-21

В данной работе рассмотрена разработка проекта по модернизации электропривода проборазделочной машины МПЛ-150М1Р для повышения надежности и производительности.

Основной целью данной работы является повышение эффективности функционирования электропривода, снижение энергопотребления и обеспечение необходимого уровня надежности оборудования в условиях эксплуатации углеподготовительного цеха.

Объектом проектирования является проборазделочная лабораторная машина МПЛ-150М1Р, предназначенная для измельчения и подготовки лабораторных проб каменного и бурого угля, антрацитов, горючих сланцев и продуктов их обогащения с исходным размером кусков до 150 мм. Машина обеспечивает получение материала с крупностью не более 3 мм и производительностью около 1000 кг/ч. Такое оборудование используется на углеобогащательных предприятиях, шахтах и других промышленных производствах.

На основании расчетов нагрузки в качестве основного двигателя выбран трехфазный асинхронный электродвигатель серии АИР160S4 с короткозамкнутым ротором, обладающий необходимыми показателями по мощности и эксплуатационной надежности.

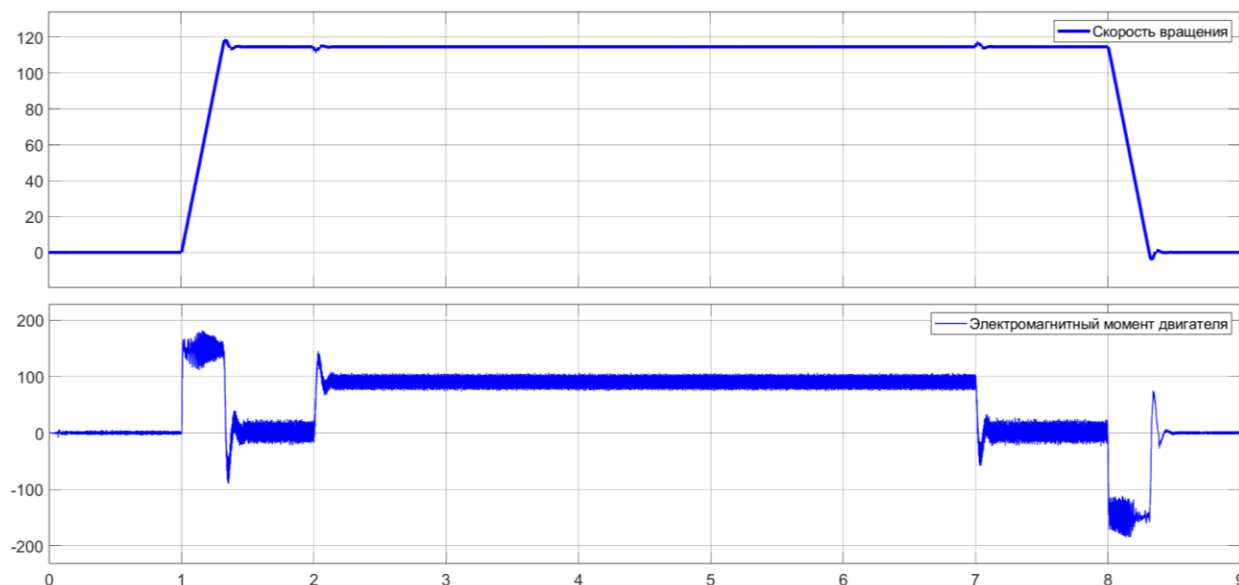
Для организации частотного регулирования используется современный преобразователь частоты INVT GD20-15G-4, технические характеристики которого полностью соответствуют требованиям системы. Применение данного преобразователя обеспечивает оптимальные условия для повышения производительности установки и надежности процесса управления.

В рамках работы также была разработана и реализована векторная система управления, проведено моделирование работы САР электропривода проборазделочной машины, результаты которого представлены в соответствующем разделе работы.

На рисунке верхний график иллюстрирует изменение скорости вращения ротора, а нижний динамику электромагнитного момента двигателя в течение всего рабочего цикла.

График скорости вращения показывает, что в начале процесса происходит плавный разгон двигателя до установленного значения, что свидетельствует о корректной работе в режиме пуска. После выхода на рабочую скорость система поддерживает постоянное значение скорости, несмотря на возможные колебания нагрузки, что подтверждает устойчивость и

точность регулирования векторного привода. В конце цикла реализуется плавное торможение до полной остановки двигателя.



Осциллограммы скорости и момента

На графике электромагнитного момента при разгонах и торможениях наблюдаются импульсы момента, связанные с необходимостью быстрого набора или снижения скорости. Далее момент стабилизируется на определённом уровне, что соответствует поддержанию постоянной скорости вращения при рабочей нагрузке. Кратковременные отклонения момента в начале и конце цикла связаны с инерционными и переходными процессами, а также с наличием нагрузочных всплесков при запуске и остановке механизма.

Внедрение современных технических решений и программного обеспечения позволит повысить эффективность и надёжность работы электропривода проборазделочной машины, что будет способствовать оптимизации производственного процесса и росту общей производительности предприятия.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Баскова С.Н.

Модернизация системы управления электропривода устройства обломки отливок в условиях АО «Рифар»

Семенов С.А., студент группы БЭЭ-21

В данной работе рассмотрена модернизация системы управления электропривода устройства обломки отливок. Модернизация будет проводиться за счет установки плавного пуска и разработки автоматизированной системы управления. Целью является повышение эффективности работы электропривода питателя – снижении энергопотребления и обеспечении надежности.

В качестве объекта проектирования было выбрано устройство обломки ЛКМ№4.

В рамках проектирования системы управления электроприводом одним из возможных подходов является замена «прямого пуска» на «пуск с устройством плавного пуска». Исходя из рассчитанной мощности был выбран трехфазный асинхронный электродвигатель ВА80В4. В качестве устройства плавного пуска в соответствии параметров был SFB-33-D37-A-00. Он позволяют добиться снижения пусковых токов, что продлит срок службы двигателя. Была разработана имитационная схема запуска асинхронного двигателя с устройством плавного пуска с помощью блока Three-Phase Programmable Voltage Source.

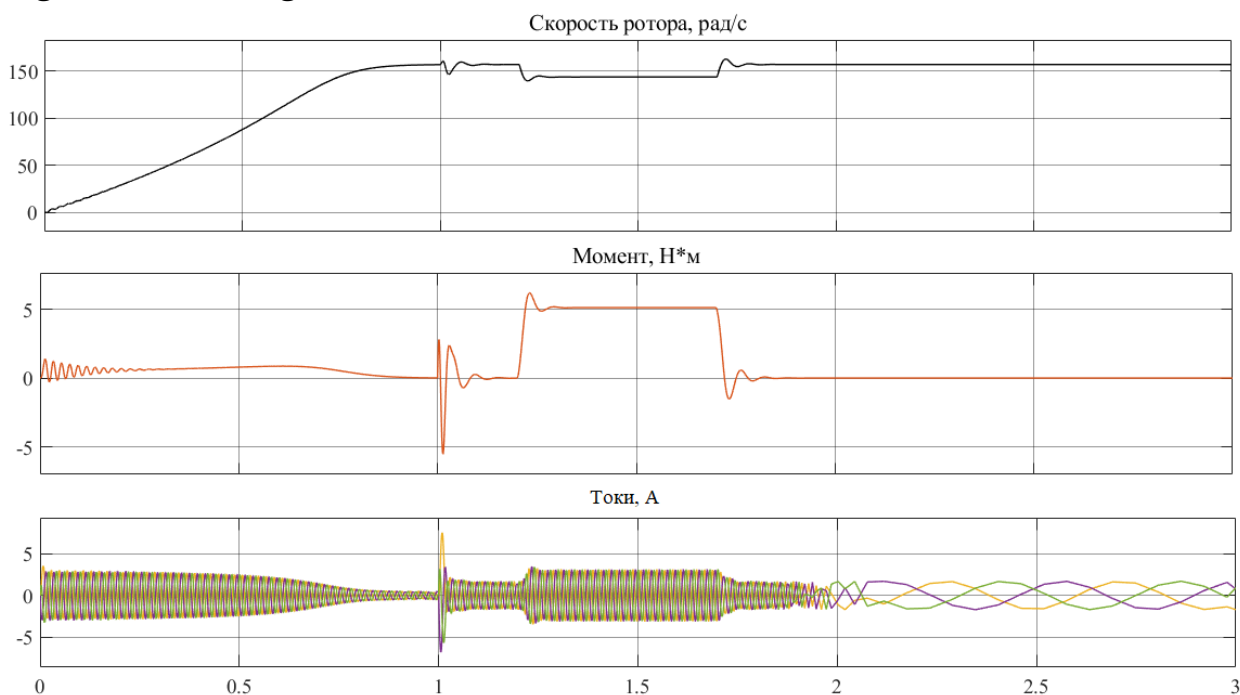


Рисунок 1 – Переходные процессы в электроприводе

Анализируя данные графика (рисунок 1), можно заметить, что разгон скорость была довольно-таки быстро, но не так резко, как при прямом пуске двигателя. Так же можно заметить колебания, когда заканчивается разгон и дальше скорость стабилизируется. Но в момент нагрузки она понижается и следом опять стабилизируется. Так же после разгона, можно заметить колебания на графике момента. Пусковые ток в пределах нормы.

Также была включена визуализация для НМІ-панели для удобства контроля технологического процесса оператором, которая показана на рисунке 2.

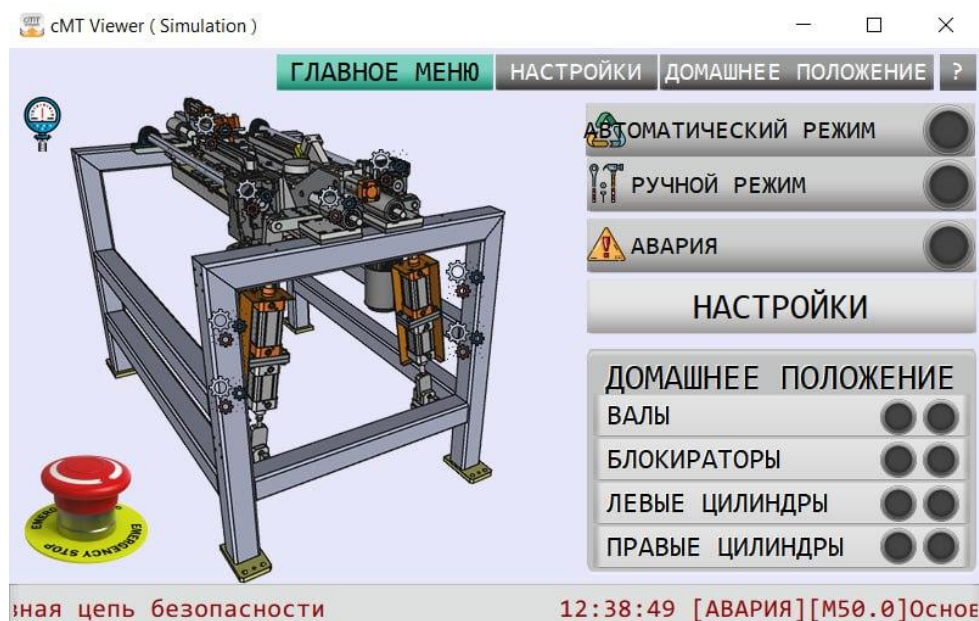


Рисунок 2 – Окно главного экрана на НМІ-панели

Благодаря внедрению технических решений и программного обеспечения, на предприятии будет повышена эффективность и надежность работы устройства, что в свою очередь оптимизирует технологический процесс и улучшает производительность.

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

Модернизация электропривода токарно-винторезного станка ДИП-300 в условиях АО «Механический завод»

Штырков А.А., студент группы БЭЭ-21

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена модернизация и разработка системы автоматического управления электропривода токарно-винторезного станка ДИП-300. Станок ДИП-300 представляет собой высокотехнологичное оборудование, разработанное для выполнения различных видов металлообработки, включая токарную и винторезную. Он сочетает в себе функциональность токарного станка, используемого для создания цилиндрических и конических поверхностей, а также винторезного станка, необходимого для нарезки внутренних и внешних резьб.

Исходя из рассчитанной мощности, был выбран трехфазный асинхронный электродвигатель АИР160S4 с короткозамкнутым ротором. В качестве преобразователя частоты в соответствии параметров был Веспер Е5-8600. Они позволяют добиться высокой производительности и являются незаменимым решением для управления.

На рисунках 1, 2 изображены графики переходных процессов.

$U_{вых}, В$



$W, \text{ рад/с}$

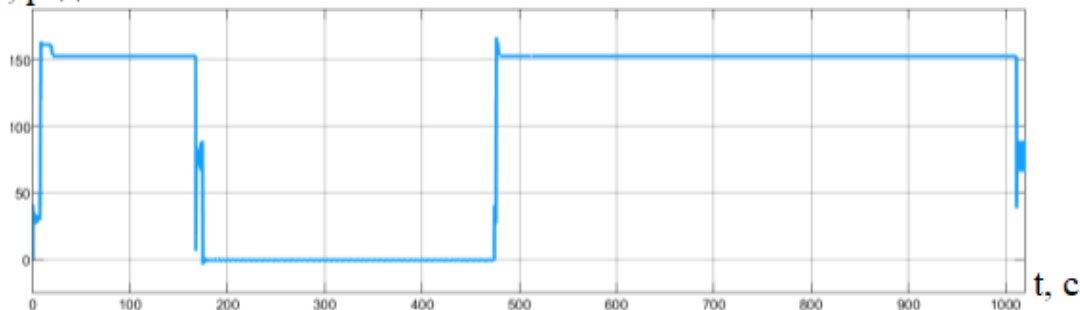


Рисунок 1 – Переходные процессы в электроприводе по сигналу задания и скорости

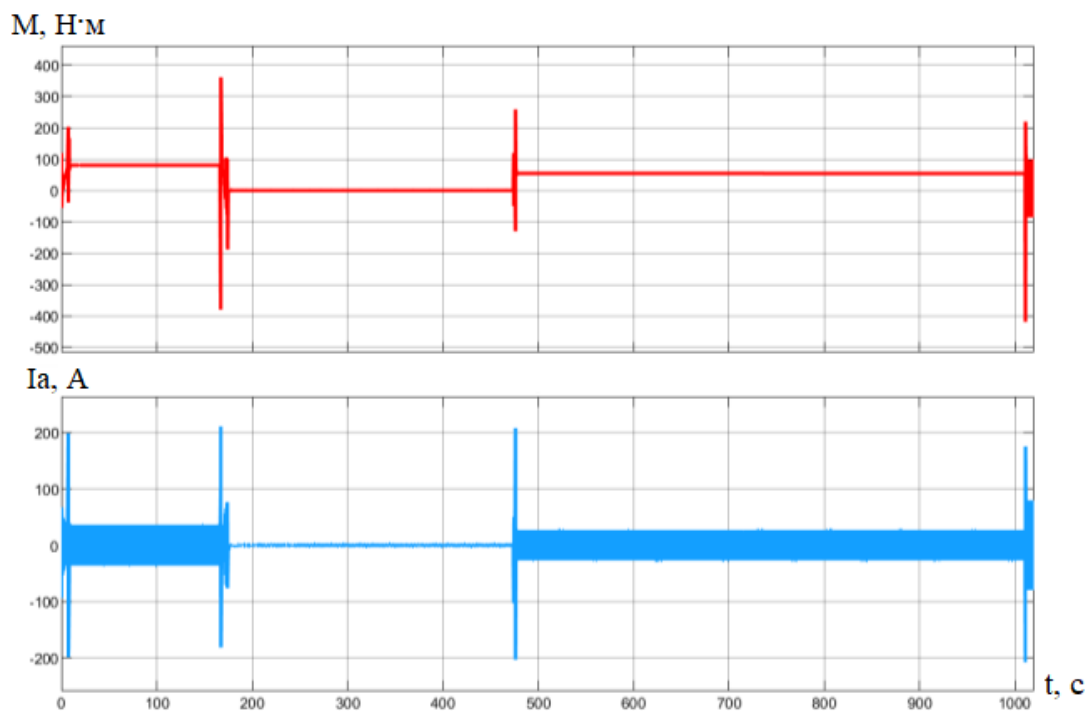


Рисунок 2 – Переходные процессы в электроприводе по моменту и току фазы статора

Так же было рассмотрено другое перспективное направление – применение систем обратной связи. Система позволяют получать информацию о текущем состоянии пластинчатого питателя, что помогает более точно управлять его работой и предотвращать возможные поломки. Например, использование датчиков использующие в основе своей работы эффект Холла, такой как IFM Electronic IFM200, позволит контролировать состояние электропривода и его скорость.

Применение других датчиков, таких как, тока и напряжения позволят косвенно определять потребляемую мощность и мощность на валу электродвигателя. Это позволит наблюдать и изучать энергетические показатели электропривода, что в дальнейшем позволит увидеть отклонения от нормы работы электропривода.

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

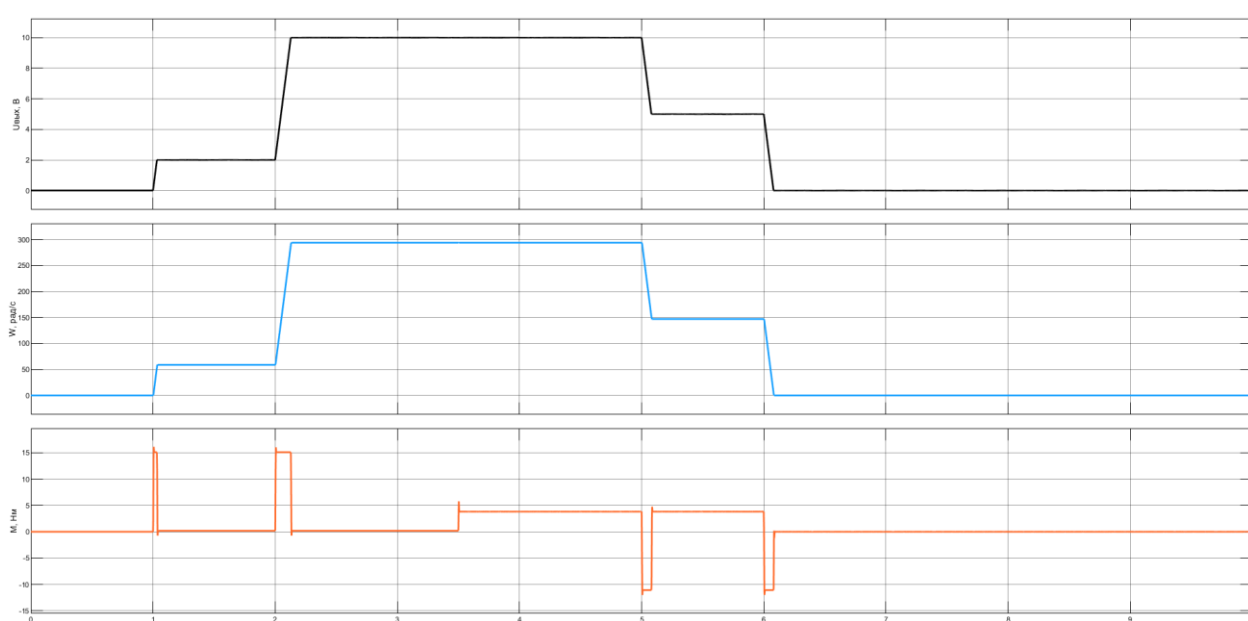
Модернизация станка торцевания труб линии резки Sormes в условиях АО «Рифар»

Яковлев А.А., студент группы БЭЭ-21

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена модернизация и разработка системы автоматического управления электропривода станка торцевания труб. Станок торцевания труб предназначен для обработки торцов труб, что включает в себя срезание фасок, снятие заусенцев и обеспечение ровной поверхности торца. Основная задача станка — обеспечить качественную подготовку торцов труб перед сваркой, сборкой или другими видами соединений, что повышает надёжность и герметичность соединений, а также улучшает внешний вид изделий.

В рамках проектирования системы управления электроприводом пластинчатого питателя одним из возможных подходов является замена «прямого пуска» на «частотное регулирование». Исходя из рассчитанной мощности был выбран трехфазный асинхронный электродвигатель М3АА80С2 с короткозамкнутым ротором. В качестве преобразователя частоты в соответствии параметров был INVT GD20. Он позволяют добиться высокой производительности и являются незаменимым решением для управления.

Переходные процессы, показанные на рисунке, демонстрируют, что настройка системы векторного управления выполнена на симметричный оптимум, так как переходные процессы соответствуют этому параметру. При использовании ПИ-регуляторов скорости и потокосцепления, статическая ошибка в канале регулирования отсутствует.



Переходные процессы в электроприводе

Так же было рассмотрено другое перспективное направление оптимизации работы станка это проектирования шкафа управления. Старый шкаф управления, построенный на устаревшем частотном преобразователе, не обеспечивает необходимой точности, энергоэффективности и гибкости управления. Современные производственные процессы требуют глубокой интеграции оборудования в автоматизированные системы управления технологическими процессами. Отсутствие цифровых интерфейсов в существующем шкафу управления создает серьезные ограничения для дистанционного мониторинга параметров работы и оперативного управления. Был произведен выбор составляющих шкафа управления, соответствующих современным требованиям и подходящим в условиях АО «Рифар», так же были построены принципиальные электрические схемы.

Реализация проекта обеспечит предприятию снижение эксплуатационных затрат, повышение качества обработки торцов труб и увеличение производительности оборудования.

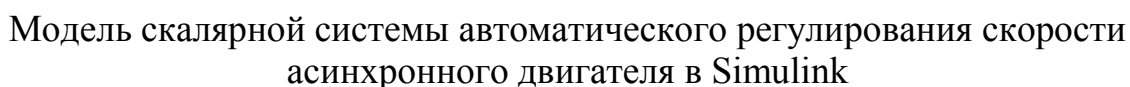
Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Баскова С.Н.

Модернизация электропривода конвейера на производстве АО «Новотроицкий завод хромовых соединений»

Яшников Д.Н., студент группы БЭЭ-21

Ключевым этапом создания САУ является построение математической модели объекта. Никакая модель не может полностью воспроизвести поведение реального устройства, поэтому учитываются только те физические принципы, которые влияют на статику и динамику системы.

Собранная модель показала значительные колебания токов и момента, что недопустимо, было решено добавить IR-компенсатор для компенсации напряжения при низких частотах работы. Модель замкнутой скалярной САР скорости с учётом IR-компенсации представлена на рисунке.



После обучения модель была протестирована на тестовой выборке, и значение метрики точности составило 96,44%, что на 1,88% выше, чем у модели kNN.

- модель Random Forest демонстрирует более высокую точность прогнозирования по сравнению с kNN;

– однако время обучения модели Random Forest оказалось в 38,3 раза больше, чем у kNN, что связано с её вычислительной сложностью;

- простые модели, такие как kNN, могут быть предпочтительнее в условиях ограниченных вычислительных ресурсов или при необходимости быстрого принятия решений;

– при увеличении объема обучающих данных преимущество в точности у Random Forest может возрасти, но одновременно возрастут и временные затраты на обучение.

Таким образом, выбор модели зависит от конкретной ситуации: если требуется высокая точность и доступны достаточные вычислительные мощности – предпочтителен Random Forest, если же важны скорость и простота – достаточен метод ближайших соседей.

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

Моделирование электропривода вертикально консольного фрезерного станка 6Р13

Архипов Н.А., студент группы БЭЭ-20з

В данной выпускной квалификационной работе рассматривается проект по разработке и моделированию электропривода главного движения вертикально консольного фрезерного станка 6Р13 с целью повышения его производительности, точности и надежности эксплуатации.

Оптимизация работы электропривода осуществляется за счет внедрения современных средств автоматизации и применения частотно-регулируемого привода с векторным управлением. Основной задачей исследования является повышение эффективности работы станочного электропривода, снижение энергопотребления и улучшение качества обработки деталей за счет расширения диапазона регулирования скорости вращения шпинделя и обеспечения высокоточного позиционирования.

Объектом проектирования выступает электропривод главного движения универсального фрезерного станка 6Р13, который широко применяется для обработки различных металлических заготовок в условиях мелкосерийного и серийного производства. Для достижения поставленных целей проводится анализ конструктивных особенностей станка, его технических характеристик и требований к электроприводу. На основании расчетов нагрузок и особенностей эксплуатации выбран трехфазный асинхронный двигатель мощностью 15 кВт и частотный преобразователь, обеспечивающий плавное регулирование скорости вращения.

В работе разработана математическая модель электропривода с учетом реальных режимов работы оборудования. Моделирование выполнено в программной среде MATLAB/Simulink, что позволило исследовать различные алгоритмы управления, провести анализ переходных процессов и сравнить характеристики скалярного и векторного управления. Проведена технико-экономическая оценка предложенного решения, подтверждающая эффективность внедрения частотно-регулируемого электропривода на базе современного преобразователя.

Результаты моделирования и расчетов показывают, что внедрение современной системы управления электроприводом обеспечивает повышение производительности станка, энергосбережение и стабильную работу оборудования в различных режимах.

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

Модернизация электропривода клетки редуционно-растяжного стана 330 в условиях АО «Новотроицкий трубопрокатный завод»

Бескопильный Н.И., студент группы БЭЭ-20з.

Современные требования к качеству бесшовных труб требуют точного и надёжного управления технологическими процессами. Электроприводы играют ключевую роль в обеспечении стабильной работы оборудования. Модернизация электропривода редуционно-растяжного стана (РРС-330) позволит повысить точность прокатки, уменьшить износ оборудования и снизить энергопотребление.

Основные результаты работы:

- выбран и обоснован асинхронный двигатель А280М6 номинальной мощностью 90 кВт;
- рассчитаны параметры двигателя и схемы замещения, статические характеристики и постоянные времени;
- смоделирована силовая часть электропривода, выявлены пики пускового тока и момента;
- установлена необходимость применения частотного преобразователя INSTART G90–4, обеспечивающего надёжную работу привода при перегрузках;
- разработана модель векторного управления с тремя замкнутыми контурами: ток, потокосцепление и скорость;
- реализованы ПИ-регуляторы для каждого контура и выполнен их синтез;
- предложены меры по снижению энергопотребления и повышению надёжности работы привода.

Таким образом, модернизация электропривода редуционно-растяжного стана с переходом на асинхронный двигатель и частотно-регулируемое управление позволяет добиться значительного улучшения в управлении процессом прокатки, увеличить ресурс оборудования, снизить энергозатраты и повысить конкурентоспособность предприятия.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

Модернизация электропривода аппарата воздушного охлаждения в условиях ПАО «Орскинефтеоргсинтез»

Кузнецов М.Г., студент группы БЭЭ-20з

Аппарат воздушного охлаждения (АВО) обеспечивает эффективный теплообмен между охлаждаемой средой (жидкостью, газом или многокомпонентными смесями) и атмосферным воздухом. Его функциональность основана на принципе принудительной конвекции, где воздушный поток, генерируемый вентилятором, отводит тепло от оребренных труб теплообменных секций.

Основу рабочего колеса АВО составляет ступица, к которой крепятся 4, 6 или 8 лопаток. Конструкция предусматривает регулировку угла наклона лопастей относительно плоскости вращения, а также изменение расстояния между ними и стенкой коллектора, формирующего осевое направление потока. Между коллектором и теплообменным блоком расположен диффузор, форма которого меняется от цилиндрической до прямоугольной, повторяя габариты секций.

Возможность корректировки угла лопастей и зазоров играет ключевую роль в энергоэффективности системы. Влияние зазора на производительность объясняется особенностями аэродинамики. При вращении колеса воздух всасывается в коллектор и выталкивается через диффузор к теплообменным секциям, чье ребристое строение создает сопротивление. Это приводит к возникновению избыточного давления (160–350 Па) на выходе коллектора, провоцирующего обратные токи воздуха через зазор между лопатками и стенкой. Такие паразитные потоки снижают КПД системы, что подчеркивает важность точной регулировки зазоров. Сокращение зазора между лопатками и стенкой коллектора способствует снижению паразитных потоков, что напрямую повышает общую производительность АВО.

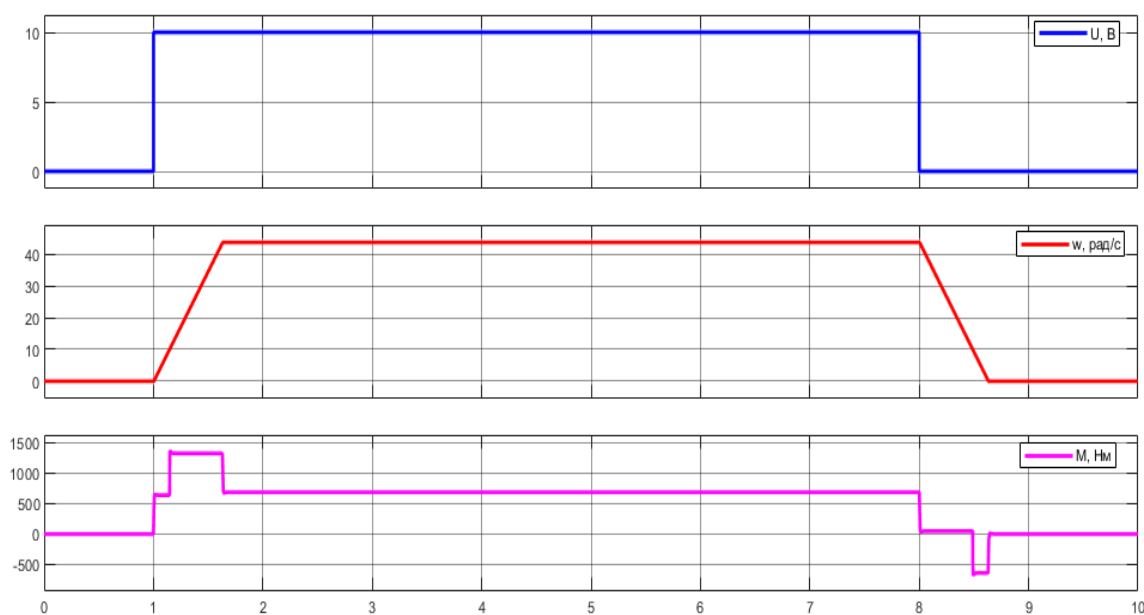
В таблице отображены технологические характеристики вентилятора В028К.

Технические характеристики вентилятора В028К

Параметры, ед. изм.	Величина
Диаметр рабочего колеса, D м	2,8
Количество лопастей, шт	6
Масса рабочего колеса, кг	96
Частота вращения, об/мин	428,6
Расход воздуха, тыс м ³ /час	234
Напор, Па	250
Параметры, ед. изм.	Величина

В рамках разрабатываемой системы ключевым элементом выступает асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором модели ВАСО5–30–14. Для управления асинхронным двигателем ВАСО5–30–14 требуется частотный преобразователь номинальной мощностью 30 кВт. Среди представленных на рынке решений преобразователь Триол АТ27–037К выделяется рядом практических преимуществ, особенно актуальных для сложных условий эксплуатации, характерных для промышленных объектов. Для электропривода вентилятора следует выбрать векторное управление, которое основывается на моделировании векторов напряжения и тока, так как для нормальной работы требуются подробные настройки скорости вращения ролика. Использование векторного управления позволяет приводу плавно стартовать и останавливаться, что не только увеличивает продолжительность его продолжительность эксплуатации, но и минимизирует его износ. Это приводит к уменьшению расходов на ремонт и обслуживание.

Особенно важно обратить внимание на рисунок, который иллюстрирует, как система векторного управления адаптируется для достижения симметричного оптимума.



Переходные процессы в электроприводе

Эти изображения подтверждают, что динамика переходных процессов соответствует установленному критерию оптимальности. В регулировочных системах с использованием ПИ–регуляторов для управления скоростью и потокосцеплением отсутствует статическая ошибка.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Баскова С.Н.

Модернизация электропривода механизма передвижения мостового крана в условиях электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»

Курзаев А.Ю., студент группы БЭЭ-203

В данной работе рассматривается проект по модернизации электропривода механизма передвижения мостового крана, эксплуатируемого в условиях электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь».

В рамках работы предложена модернизация системы электропривода, включающая внедрение частотно-регулируемого привода и разработку усовершенствованной схемы управления.

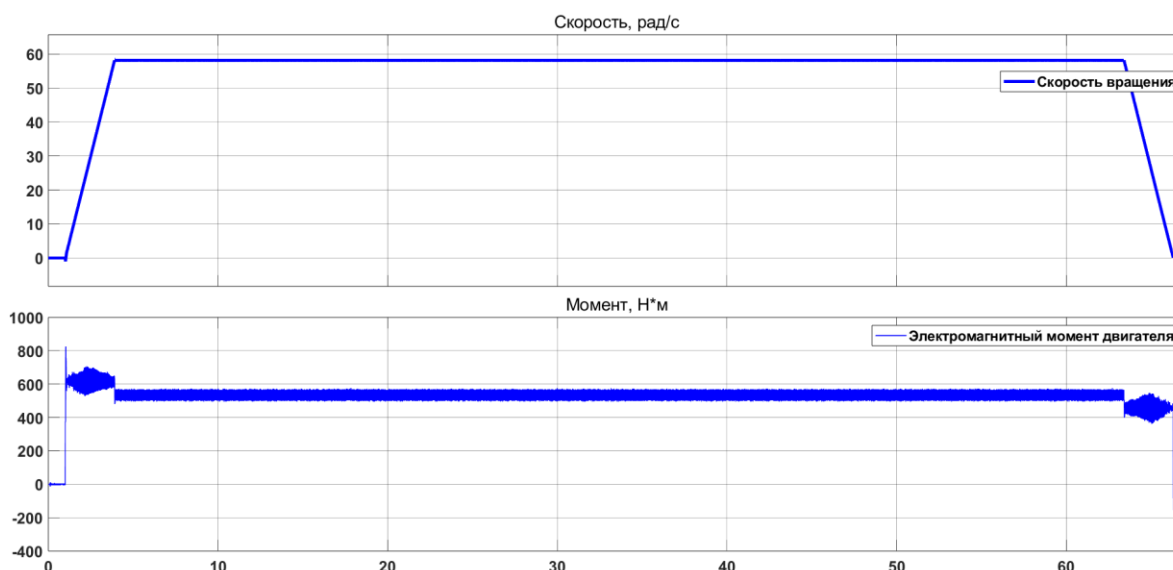
В работе приведен анализ существующей схемы электропривода, выполнены расчеты нагрузки и произведен выбор оптимального асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, подходящего по мощности и эксплуатационной надежности для данных условий.

Для реализации частотного регулирования выбран преобразователь частоты ВЕСПЕР EI-9011-100Н, характеристики которого соответствуют требованиям по управлению асинхронным электродвигателем и позволяют обеспечить плавную и эффективную работу механизма передвижения крана. Применение данного преобразователя способствует оптимизации динамических процессов, снижению уровня пусковых токов и продлению ресурса оборудования.

В рамках проектирования была разработана и смоделирована система управления на основе векторного принципа, что позволило достичь высокого уровня точности регулирования скорости и крутящего момента электродвигателя.

Проведённые расчёты и моделирование подтверждают целесообразность и эффективность предложенной модернизации, а также демонстрируют возможность ее применения для повышения производительности и надежности кранового оборудования на аналогичных промышленных объектах.

На рисунке представлены осциллограммы работы электропривода с векторной системой управления при моделировании рабочего цикла механизма передвижения крана. В верхней части показано изменение скорости вращения во времени, в нижней части – изменение электромагнитного момента двигателя.



Осциллограммы скорости вращения, электромагнитного момента

В начале графика виден разгон: скорость быстро увеличивается до заданного значения и затем поддерживается на постоянном уровне, что соответствует этапу равномерного движения. В конце цикла наблюдается снижение скорости до нуля, отражающее процесс торможения и остановки механизма.

График электромагнитного момента показывает увеличенный момент при пуске, связанный с преодолением инерции системы, после чего момент стабилизируется. При торможении наблюдается кратковременное уменьшение момента с последующим снижением до нуля.

В целом осциллограммы иллюстрируют корректную работу системы управления: быстрый разгон, стабильное поддержание режима движения и эффективное торможение электропривода механизма крана.

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

Моделирование главного электропривода фрезерного станка 6Т83Ш

Мукатаев М.С., студент группы БЭЭ-20з

В данной работе рассматриваются вопросы моделирования и разработки системы автоматического управления главным электроприводом горизонтально-фрезерного станка 6Т83Ш.

Станок 6Т83Ш представляет собой металлорежущее оборудование с горизонтальным расположением шпинделя и размерами рабочего стола 1600×400 мм. Он предназначен для выполнения различных видов фрезерных операций, таких как плоскостное, фасонное и угловое фрезерование. Оборудование используется для обработки деталей из различных материалов, что обеспечивает его универсальность и высокую производительность.

Фрезерный станок 6Т83Ш отличается надёжной конструкцией и позволяет реализовать широкий диапазон скоростей вращения шпинделя, в зависимости от технологических требований к обрабатываемой детали. Производительность и точность обработки определяются не только характеристиками станка, но и эффективностью системы главного электропривода, что и обосновывает актуальность темы моделирования и оптимизации системы управления данным механизмом.

При анализе технологического процесса для главного электропривода фрезерного станка необходимо учитывать ряд ключевых факторов. В первую очередь, электропривод должен обладать достаточной мощностью и обеспечивать высокую надёжность работы, а также соответствовать современным требованиям безопасности и иметь эффективные средства защиты от аварийных ситуаций. В рамках проектирования системы управления рассматривается возможность внедрения частотно-регулируемого электропривода, что позволяет реализовать плавный пуск, точную регулировку скорости вращения и повысить общую энергоэффективность оборудования.

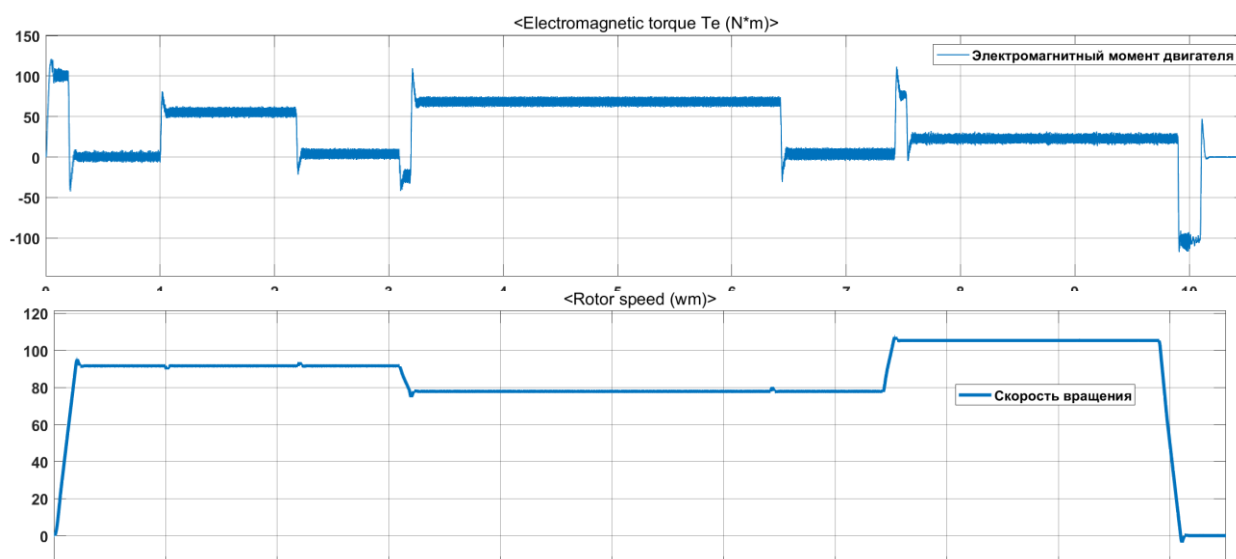
Для привода главного движения фрезерного станка 6Т83Ш на основании расчётов был выбран трёхфазный асинхронный двигатель серии АИР132М4 с короткозамкнутым ротором. В качестве преобразователя частоты, соответствующего параметрам электродвигателя, использован современный частотный преобразователь VEDA VF-51-P15K-0032-T4-E20-B-H. Данное решение позволяет добиться высокой производительности привода, надёжности эксплуатации и оптимизации энергопотребления. Схема системы автоматического регулирования электропривода фрезерного станка была смоделирована и представлена на соответствующем рисунке.

Векторное управление выбрано в качестве основной схемы, поскольку этот способ управления обеспечивает высокую точность регулирования скорости и момента, позволяет эффективно контролировать работу

электродвигателя на различных режимах, а также минимизировать переходные процессы при изменении технологических параметров.

На приведённых графиках (рисунок) показаны результаты работы системы векторного управления асинхронным электроприводом. Верхний график отображает изменение скорости вращения ротора во времени. В начале процесса скорость быстро достигает заданного значения и стабилизируется, что свидетельствует о быстром выходе системы на рабочий режим. При изменении задания скорости наблюдаются характерные скачки, после чего система вновь удерживает новое значение скорости. В конце процесса происходит резкое снижение скорости, что соответствует останову двигателя.

На нижнем графике представлена динамика электромагнитного момента двигателя. При изменениях задания скорости на моменте возникают кратковременные импульсы – это говорит о том, что система быстро реагирует на переходные процессы и формирует необходимые управляющие воздействия для ускорения или торможения ротора. После завершения переходного процесса момент стабилизируется на новом уровне, соответствующем нагрузке.



Осциллограммы скорости и электромагнитного момента

В целом, результаты моделирования показывают, что система управления обеспечивает быстрое реагирование и устойчивую работу электропривода при различных изменениях входных воздействий, а также точное следование заданному профилю скорости.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

Модернизация электропривода токарного станка ТСК 56-500 в условиях АО «Орский завод электромонтажных изделий»

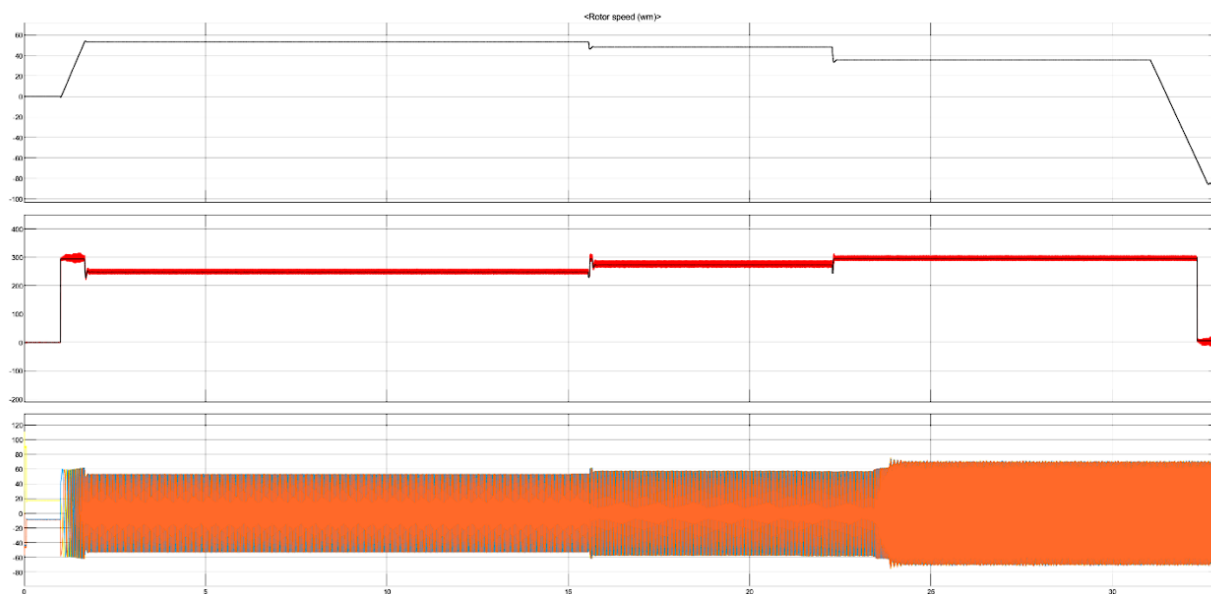
Соколенков В.С., студент группы БЭЭ-20з

В данной работе рассмотрена модернизация электропривода токарного станка ТСК 56-500, направленная на повышение его надежности и производительности в условиях АО «Орский завод электромонтажных изделий».

Модернизация электропривода будет осуществлена за счет внедрения современного преобразователя частоты и разработки автоматизированной системы управления. Проектируемая система управления предполагает переход от традиционного режима «прямого пуска» к частотному регулированию, что значительно повышает гибкость управления и эксплуатационную эффективность.

На основании расчетов нагрузки в качестве основного двигателя выбран трехфазный асинхронный электродвигатель серии 5АИ модель А180М8. Частотное регулирование реализуется посредством современного преобразователя частоты VF51-ABA00013 производства компании Veda, технические параметры которого полностью соответствуют требованиям станка.

Векторный метод управления был выбран как наиболее подходящий для данного применения, поскольку он позволяет эффективно регулировать динамические характеристики электропривода, обеспечивая высокую точность и стабильность работы оборудования на всех режимах эксплуатации.



Динамические характеристики привода

Проводя анализ динамических характеристик (рисунок), можно сделать вывод что при задании ступенчатой скорости модель обрабатывает корректно, что можно видеть как по графику моментов, так и по графику токов.

Данные параметры находятся в номинальных значениях, что свидетельствует о том, что модель и расчеты верны.

В третьем разделе работы был выполнен расчёт надёжности проектируемого электропривода токарного станка. Для оценки использован коэффициентный метод расчёта. В результате расчётов установлено, что вероятность безотказной работы проектируемого электропривода при заданном времени эксплуатации в 4000 часов составляет 42 %, что соответствует нормативному требованию (не менее 40 %). Средняя наработка до отказа при расчёте составила 10 720 часов, значительно превышая заданное время работы (4000 часов).

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Лицина К.В.

Модернизация электропривода подъема экскаватора ЭШ 20/90

Степанникова М.О., студент группы БЭЭ-20з

В данной работе рассматривается проект модернизации электропривода подъемного механизма шагающего экскаватора ЭШ 20/90. Этот уникальный класс карьерной техники незаменим для разработки глубоких забоев и работы на слабонесущих грунтах благодаря своему шагающему ходу. Однако используемые на многих действующих машинах электроприводы с релейно-контакторным управлением морально и физически устарели.

В работе приведен анализ существующей схемы электропривода, выполнены расчеты нагрузки и произведен выбор оптимального асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, подходящего по мощности и эксплуатационной надежности для данных условий.

Для выбранного электродвигателя требуется преобразователь частоты модели РИТМ–В–1250–154–06–15–ЭДА–К2–ББ00–СУ10–ИФ1–СО1–УХЛ4–IP31. Номинальная мощность преобразователя 1250 кВт, что соответствует мощности двигателя. Его адаптивность также обеспечивает потенциал для будущих модернизаций.

В рамках проектирования была разработана и смоделирована система управления на основе векторного принципа (рисунок 1), что позволило достичь высокого уровня точности регулирования скорости и крутящего момента электродвигателя.

Такой подход особенно актуален для оборудования, работающего с переменными нагрузками и требующего устойчивой и эффективной эксплуатации в условиях промышленного предприятия.

На рисунке 2 представлены переходные процессы электропривода с векторной системой управления при моделировании рабочего цикла механизма передвижения крана. В верхней части показано изменение скорости вращения во времени, в нижней части – изменение электромагнитного момента двигателя.

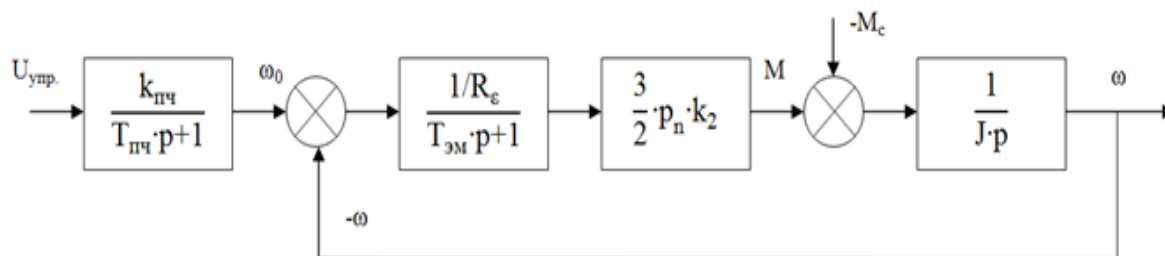


Рисунок 1 – Структурная схема силовой части электропривода

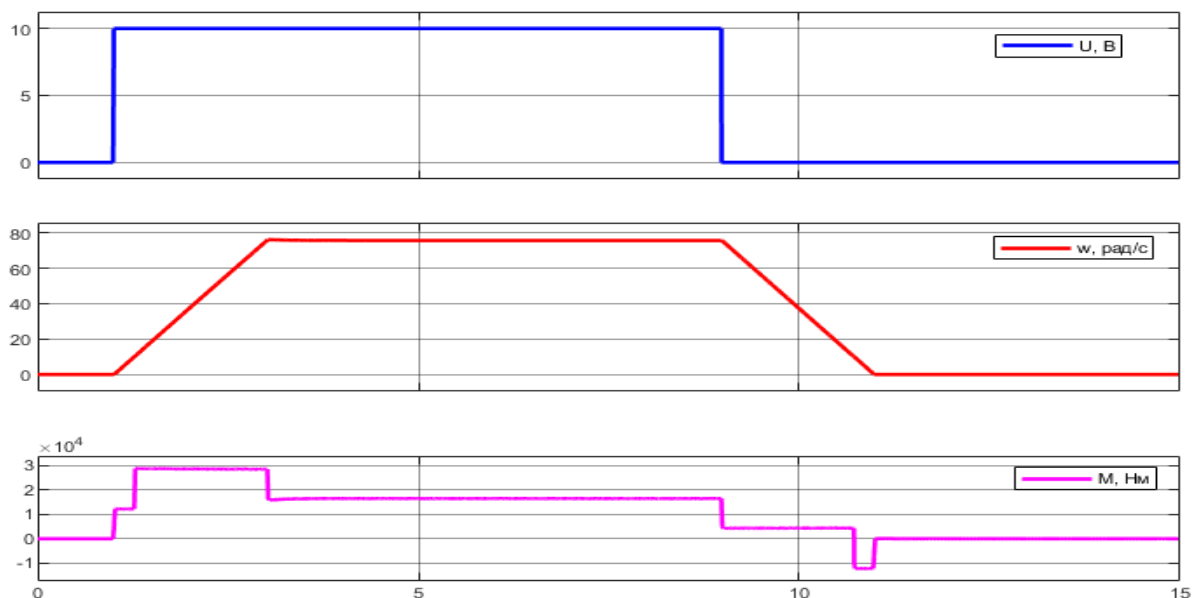


Рисунок 2 – Переходные процессы в электроприводе.

В начале графика виден разгон: скорость быстро увеличивается до заданного значения и затем поддерживается на постоянном уровне, что соответствует этапу равномерного движения. В конце цикла наблюдается

снижение скорости до нуля, отражающее процесс торможения и остановки механизма.

График электромагнитного момента показывает увеличенный момент при пуске, связанный с преодолением инерции системы, после чего момент стабилизируется. При торможении наблюдается кратковременное уменьшение момента с последующим снижением до нуля.

В целом переходные процессы иллюстрируют корректную работу системы управления: быстрый разгон, стабильное поддержание режима движения и эффективное торможение электропривода механизма экскаватора.

Проведённые расчёты и моделирование подтверждают целесообразность и эффективность предложенной модернизации, а также демонстрируют возможность ее применения для повышения производительности и надежности кранового оборудования на аналогичных промышленных объектах.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Баскова С.Н.

Модернизация электропривода мембранного насоса DP-212-M80DSX (на примере ООО «РН-Ванкор»)

Терешкин С.А., студент группы БЭЭ-20з

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена разработка проекта по модернизации электропривода мембранного насоса DP-212-M80DSX с целью повышения надежности, энергоэффективности и уровня автоматизации оборудования в условиях современного промышленного производства.

Модернизация электропривода насосного агрегата DP-212-M80DSX реализуется посредством внедрения частотно-регулируемого электропривода на базе современного преобразователя частоты, а также разработки автоматизированной системы управления насосом. Основная задача данной работы заключается в оптимизации энергопотребления, повышении эксплуатационной надежности и обеспечении безопасной работы агрегата при высоких производственных нагрузках.

В рамках проектирования системы управления реализуется переход от традиционного управления насосом к использованию частотно-регулируемого электропривода, что позволяет обеспечить плавный пуск, снижение механических и электрических нагрузок, а также повышение эффективности эксплуатации оборудования.

В результате расчетов и обоснования основных параметров был выбран взрывозащищенный трехфазный асинхронный электродвигатель ExSg100L-4A мощностью 2,2 кВт, обладающий необходимыми характеристиками для надежной работы в промышленных условиях. Для организации частотного регулирования применён преобразователь частоты Веспер Е4-8400-003Н, технические возможности которого соответствуют требованиям автоматизированной системы управления насосом.

В рамках работы также разработана математическая модель электропривода в среде Matlab/Simulink, выполнено моделирование переходных процессов и анализ динамических характеристик системы. В качестве алгоритма управления реализовано скалярное управление типа U/f , что оптимально для насосных агрегатов с квадратичной нагрузочной характеристикой и позволяет достичь требуемой точности регулирования.

Проведённая технико-экономическая оценка подтверждает эффективность внедрения частотно-регулируемого электропривода, что выражается в снижении эксплуатационных затрат, увеличении срока службы оборудования и улучшении надёжности насосной установки. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности дальнейшего внедрения аналогичных технических решений на других промышленных объектах.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры ЭиЭ, к.т.н. Баскова С.Н.

Модернизация электропривода скипового подъемника доменной печи в условиях АО «Уральская Сталь»

Челяпин В.Е., студент группы БЭЭ-203

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрена разработка проекта по модернизации электропривода скипового подъемника доменной печи в условиях АО «Уральская Сталь» с целью повышения надежности и производительности оборудования.

Модернизация электропривода скипового подъемника осуществляется путем внедрения современного частотно-регулируемого привода и разработки автоматизированной системы управления. Основная цель работы заключается в повышении эффективности функционирования электропривода, снижении энергопотребления и обеспечении необходимого уровня надежности оборудования в условиях эксплуатации доменного цеха.

В процессе анализа технологической схемы электропривода скипового подъемника особое внимание уделено вопросам мощности, надежности и соответствия современным стандартам безопасности, включая внедрение средств защиты от аварийных ситуаций.

В рамках проектирования системы управления обоснован переход от традиционного режима управления к использованию частотного регулирования, что обеспечивает гибкость и эффективность эксплуатации подъемного механизма.

На основании расчетов нагрузок и динамических характеристик в качестве основного двигателя выбран трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором АДЧР400У8У1, обладающий мощностью 250 кВт и соответствующими эксплуатационными характеристиками для работы в тяжелых условиях. Для организации частотного регулирования используется преобразователь частоты ESQ-760-4T2200G/2500P, технические параметры которого обеспечивают надежную работу системы при максимальной нагрузке и позволяют реализовать современные алгоритмы управления.

Применение преобразователя частоты позволяет оптимизировать режимы работы, повысить производительность и снизить износ оборудования за счет плавного регулирования скорости, снижения пусковых токов и уменьшения динамических нагрузок на конструктивные элементы механизма.

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

РАЗДЕЛ V

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Проектирование установки для удаления грата с непрерывнолитой заготовки, получаемой на МНЛЗ № 1 электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»

Новиков И.М., студент группы БТМО-21

Анализ процесса разделения непрерывнолитого слитка на мерные заготовки методом газокислородной резки выявил значительный технологический недостаток, негативно сказывающийся на качестве готовой продукции. Основная проблема заключается в образовании крупного грата на нижней кромке реза, формирующегося вследствие стекания и последующего затвердевания расплавленного металла.

В связи с этим целью работы было повышение качества поверхности нижней части торца слитка за счет устранения грата после газокислородной резки непрерывнолитых заготовок.

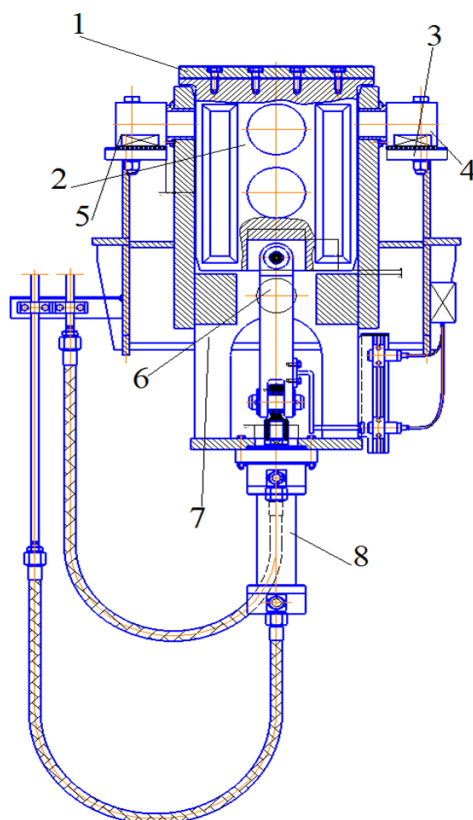
Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- 1) анализировали состояние поверхности нижней части торца слитка после газокислородной резки, изучали технологию резки и установили причины образования грата;
- 2) спроектировали устройство для удаления грата с непрерывнолитой заготовки;
- 3) рассчитали экономический эффект при внедрении установки.

Общий вид спроектированной установки для удаления грата (гратосниматель) с непрерывнолитой заготовки, получаемой на МНЛЗ № 1 электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь» показан на рисунке.

Гратосниматель представляет собой сварную станину, закрепленную на двух опорных осях, которые крепятся к балке рольганга. Внутри станины находится буферная плита с закрепленным на ее верхнем торце ножом. К нижней части буферной плиты с помощью пальца крепится выдвижной ползун, который соединяется с проушиной пневматического цилиндра также с помощью пальца. Корпус пневматического цилиндра жестко закреплен к нижней части станины.

Гратосниматель будет устанавливаться в линии рольганга, на который поступает слиток, относительно нижней его поверхности.



1 - нож; 2 - буферная плита; 3 - рама рольганга; 4, 5 - опорные оси;
6 - выдвижной ползун; 7 – станина; 8 – пневмоцилиндр
Установка для удаления грата с непрерывнолитой заготовки:

Цилиндром подъемного устройства нож выставляется относительно нижней поверхности слитка с необходимым зазором. Заготовка транспортируется по линии рольганга, в то время как нож гратоснимателя сначала зачищает передний нижний торец заготовки, а затем опускается и поднимается для зачистки задней части заготовки. Короткий контакт ножа с нижней частью слитка во время подъема в вертикальной плоскости при срезании грата и его опускание сокращают время влияния температуры на нож гратоснимателя, и предотвращает получение дефектов нижней частью слитка.

Дополнительные капитальные вложения на создание и монтаж установки составят 0,952 млн. руб. при сроке окупаемости 0,46 года. В результате внедрения установки для снятия грата в условиях АО «Уральская Сталь» снизится себестоимость продукции на 4,62 руб./т.

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

Проектирование оборудования для снижения расхода кокса в доменном цехе АО «Уральская Сталь»

Родионов И.А., студент группы БТМО-21

Работа выполнена с целью уменьшения удельного расхода кокса в доменном цехе АО «Уральская Сталь» за счет повышения эффективности его использования посредством улучшения процессов рассева и загрузки шихтовых материалов, обеспечения стабильной работы доменных печей, увеличения надежности задействованного при этом оборудования, сокращения расходов на его обслуживание и ремонт.

В рамках исследования спроектированы и оптимизированы конструкции сит грохотов, загрузочного устройства для доменной печи, а также фурм и оборудования для очистки каналов холодильных плит.

Замена грохотов устаревших конструкций на грохоты инерционные тяжелого типа с использованием современных перфорированных сит из износостойкой стали A5H 80 повысит эффективность разделения материала по крупности. Увеличение пропускной способности сит повысит эффективность производственного цикла. Гранулометрический состав будет более точно отвечать требованиям технологического процесса.

Замена действующего загрузочного устройства на бесконусное с лотковым распределителем шихты (БЗУ) на печах № 2, 4 не требует изменений в самих конструкциях печей. Такое устройство позволяет точно контролировать поток материалов в реальном времени, что обеспечивает равномерное распределение шихты по всей поверхности колошника, способствует более эффективному использованию топлива, материалов, энергии. Это помогает снизить потери материала за счет более точной подачи шихты в зону плавки, повышает общую производительность процесса. Лотковое БЗУ обладает высокой степенью адаптивности к различным режимам работы и условиям эксплуатации, легко настраивается под разные типы шихты, объемы загрузки и технологические параметры.

Данные загрузочные устройства имеют преимущество перед двухконусными за счет более равномерного распределения шихты. Равномерное распределение шихты по всему периметру колошника снижает риск возникновения локальных перегрузок или недогрузок отдельных участков, а уменьшение расхода кокса способствует снижению выбросов вредных веществ в атмосферу.

При подаче дутья в доменные печи более целесообразным является использование цельнолитых медных фурм.

При обслуживании доменной печи № 4 персонал сталкивается с трудностями, связанными с системой ее охлаждения. Охлаждение печи

осуществляется водой, подаваемой в каналы холодильных элементов для отвода избыточного тепла и поддержания оптимальных температурных условий внутри печи. Существующая схема охлаждения не предусматривает предварительную очистку воды или ее химическую подготовку перед подачей в систему. Это - причина накопления внутри каналов холодильных плит малорастворимых отложений (слоев карбонатов кальция и магния), образующих плотные слои на стенках каналов, существенно уменьшающие внутренние диаметры проходных отверстий. В результате уменьшается пропускная способность системы: вода не может свободно циркулировать по всей длине каналов, что негативно сказывается на тепловых режимах работы холодильных элементов, снижается эффективность теплообмена между водой и стенками каналов, увеличиваются энергозатраты на поддержание необходимых температурных режимов, ускоряются износ и коррозия холодильных элементов, на них появляются трещины и другие виды повреждений. В итоге увеличивается риск возникновения аварийных ситуаций.

Для устранения проблемы следует внедрить систему очистки каналов холодильных плит, основным элементом которой станет гидронасос высокого давления, подающий воду под очень высоким напором для разрушения твердых слоев CaCO_3 , MgCO_3 в каналах. В установке используется шланг длиной 110 м для работ в верхних слоях кожуха. Установка работает по всему диаметру кожуха печи (по горизонтальной оси и на различных высотах). Для повышения эффективности очистки предлагается использовать специальные химические вещества, например, тринатрийфосфат, применение которых ускорит удаление отложений, снизит нагрузку на гидронасос и время очистки.

Дополнительные капитальные вложения на реализацию проектных мероприятий окупятся за 6 лет.

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

Проектирование универсального подъемно-транспортного оборудования

Каипов Н.Р., студент группы БТМО-20з

Целью работы было спроектировать и изготовить универсальное подъемно-транспортное оборудование для увеличения производительности различных видов работ за счет сокращения в них доли ручного труда.

Для достижения поставленной цели понадобилось решить следующие задачи: 1) проанализировать конструкции и принципы работы средств малой механизации и малогабаритной спецтехники, изучить возможные модификации дополнительного оборудования к ним; 2) выбрать основные технические решения по проектированию оборудования и рассчитать его основные механизмы, узлы и детали; 3) изготовить и испытать универсальное подъемно-транспортное оборудование; 4) оценить экономическую эффективность от реализации проекта.

За основу при создании универсального подъемно-транспортного оборудования (рисунок 1) была взята шарнирно-сочлененная рама с трехточечным узлом перелома, позволяющая реализовать возможность установки стрелы, полного привода и задней навески для дополнительного оборудования.



Рисунок 1 – Универсальное подъемно-транспортное оборудование

Передняя полурама машины выполнена с помощью сварки из швеллеров 12У и 10У, задняя полурама - из швеллера 12У (на ней находится площадка для установки бензинового двигателя внутреннего сгорания и бака гидравлической жидкости). Место оператора - на передней полураме.

Основной рабочий орган универсального подъемно-транспортного оборудования – ковш для захвата, перемещения и погрузки сыпучих материалов. С его помощью можно перемещать кирпичи, мешки с различными материалами и т.д.

Подъемно-транспортное оборудование может оснащаться различным дополнительным оборудованием (рисунок 2), приводимым в действие с помощью гидравлических моторов и гидравлических цилиндров: 1) фреза для обработки почвы с регулируемой глубиной рыхления; 2) бетономешалка; 3) отвал с изменяемым углом атаки.



Рисунок 2 – Навесное оборудование

Фреза для обработки почвы выполнена с креплением на заднюю навеску, состоит из шести ножей типа "гусиные лапки", имеет регулировку глубины вспашки и частоты вращения, предназначена для вспашки земель сельскохозяйственного назначения и изготовлена на базе моторизованного плуга "Урал". Вращательное движение ей придается с помощью гидравлического мотора "МГП-325".

Отвал с изменением угла атаки в вертикальной и горизонтальной плоскости выполнен с креплением на заднюю подвеску. С его помощью можно перемещать материал и выравнивать поверхность, что сокращает время при дорожно-строительных работах.

Приспособление для замешивания бетона выполнено с креплением на стрелу погрузчика. Это - емкость, в которой расположен вал с лопатками, вращательное движение которому передается с помощью гидравлического мотора "МГП-325" (при этом также используется цепная передача).

Созданное универсальное подъемно-транспортное оборудование позволило сократить ручной труд и значительно облегчило работы в частных домашних хозяйствах, например, при сельскохозяйственных, строительных и других работах.

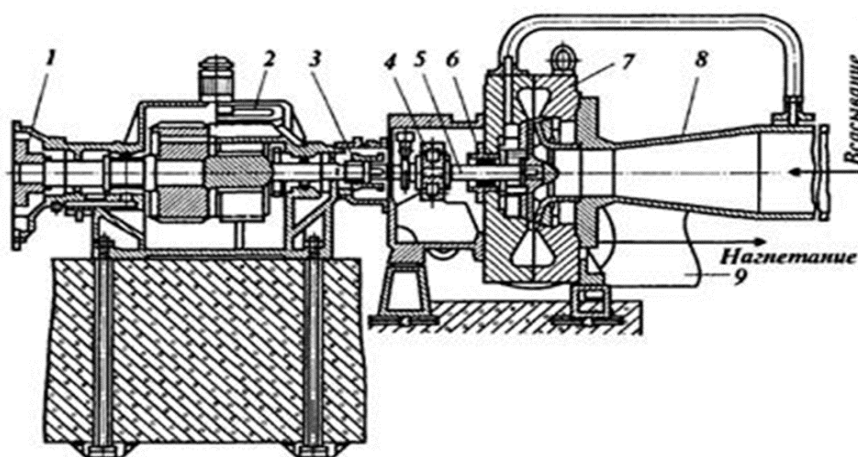
Дополнительные капитальные вложения в объеме 580 тыс. руб., затраченные на приобретение комплектующих, материалов и реализацию проекта по проектированию и изготовлению универсального подъемно-транспортного оборудования окупятся в течение 0,5 года с учетом его интенсивного использования с применением дополнительного съемного оборудования.

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

Реконструкция компрессора СТМ-4000 Домбаровского линейного управления магистральных газопроводов

Котик А.В., студент группы БТМО-20з

Компрессор содержит нагнетатель центробежный, электродвигатель, вентилятор, редуктор-мультипликатор, приборы и другое оборудование. На рисунке 1 приведена схема нагнетателя 280-11-6 и редуктора-мультипликатора Р-4300/2,66.



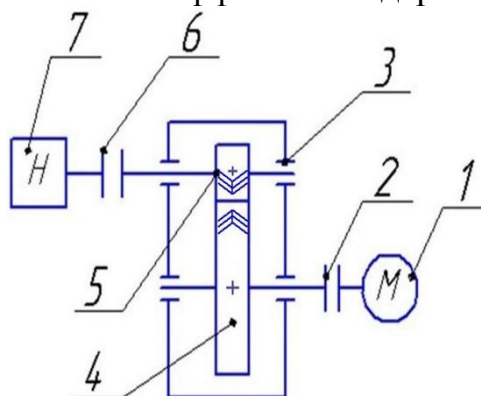
1 – муфта; 2 – мультипликатор; 3 – муфта; 4 – вал нагнетателя;
5 – вкладыш подшипника; 6 – подшипник; 7 – улитка; 8, 9 – патрубки

Рисунок 1 – Центробежный нагнетатель с мультипликатором:

Большой минус электропривода компрессора СТМ-4000 - плохая адаптация ГПА к изменению режимов работы газопровода из-за постоянных оборотов вращения ротора двигателя. Второй недостаток - неравномерная работа компрессора с колебаниями напора и расхода газа, приводящая к «помпажу», из-за чего идут резкие скачки в давлении и колебания в объёмах подачи воздушной либо газовой смеси. «Помпаж» сопровождается несколькими явлениями, делающими работу нагнетателя опасной и неэффективной: 1) рост нагрузки на приводной двигатель (за счёт повышения степени сжатия), а затем ее срыв (при падении расхода) и резкая разгрузка привода; 2) вибрация ротора, что увеличивает нагрузку на подшипники и лабиринтные уплотнения вплоть до возможности их разрушения; 3) перегрев газа из-за нерасчётного режима обтекания лопаток нагнетателя. «Помпаж» нагнетателя – опасный автоколебательный режим в системе нагнетатель-газопровод, характеризуется хлопками, вибрацией, переменными толчками, неустойчивой работой компрессора. При «помпаже» ухудшается газодинамика, нет нужного напора, но давление за ним - высокое. Осуществляется обратный проброс газа, давление падает, развивается напор, но в отсутствии расхода он снижается. Ситуация снова повторяется. Из-за «помпажа» конструкция подвергается большим динамическим нагрузкам.

Также необходимо увеличить производительность компрессора.

Поэтому целью работы было повышение производительности компрессора СТМ-4000 Домбаровского линейного управления магистральных газопроводов (ЛПУМГ), а также снижение производственной себестоимости и увеличение прибыли от реализации продукции предприятия. Для достижения цели потребовалось: изучить технологию производства, выявить «узкие» места в работе оборудования компрессора СТМ-4000; выбрать целесообразные направления реконструкции компрессора; рассчитать основные узлы компрессора; оценить экономический эффект от модернизации компрессора.



1 – двигатель; 2 – муфта; 3 – подшипник; 4 – вал-колесо;
5 – вал-шестерня; 6 – муфта; 7 – нагнетатель

Рисунок 2 – Кинематическая схема привода СТМ-4000:

При модернизации привода компрессора (рисунок 2) изменили передаточное число в зацеплении редуктора-мультипликатора с $u = 2,66$ до $u = 2,76$, благодаря чему частота вращения нагнетателя увеличится, увеличится и производительность компрессора. При этом «помпаж» не произойдет. Затраты на техобслуживание и ремонты компрессора сократятся.

В компрессорной станции Домбаровского ЛПУМГ в наличии 10 машин данного типа. В результате реконструкции их производительность вырастет в разы. Увеличится на 5 млн. м³ годовой объем производства и прибыль от реализации продукции, а ее себестоимость снизится. Дополнительные капитальные затраты составят 6,32 млн. руб. и окупятся за 5,3 месяца.

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

Модернизация ленточного конвейера Sandwik установки производства серы ПАО «Орскнефтеоргсинтез»

Лысенко А.В., студент группы БТМО-20з

Целью работы было увеличение производительности ленточного конвейера Sandwik (рисунок 1) и прибыли от реализации готовой продукции ПАО «Орскнефтеоргсинтез».

Для достижения поставленной цели понадобилось решить следующие задачи: 1) изучить технологию и оборудование предприятия; 2) обосновать необходимость модернизации ленточного конвейера Sandwik, а также определить методы выполнения данного мероприятия; 3) рассчитать основные узлы ленточного конвейера; 4) произвести оценку экономической эффективности данной модернизации.

Ленточный конвейер Sandvik (конвейерный охладитель) предназначен для транспортировки, охлаждения и отверждения продуктов, которые размещаются на охладительной ленте посредством указанных загрузочных устройств. Расплавленный продукт размещается на стальной ленте посредством соответствующего подающего устройства, например, блока Rotoformer, переливной камеры или полосо-разливочного устройства Stripformer. Тепло, вырабатываемое в процессе охлаждения и отверждения, выводится через стальную ленту. На всю поверхность нижней стороны стальной ленты через сопла распыляется хладагент, обеспечивая равномерное охлаждение. Хладагент собирается в отсеках и вытекает из них в интегрированный коллектор. На конце

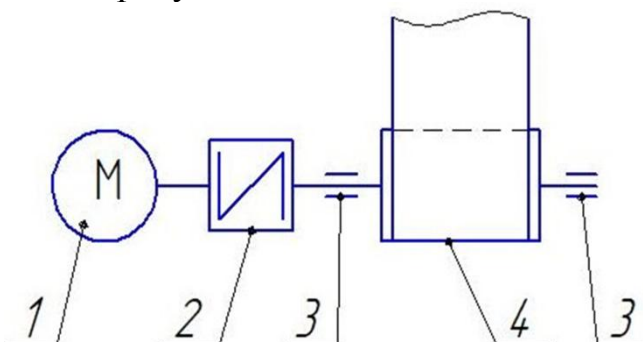
охлаждающей ленты отверждённый продукт снимается с неё скрепером и перемещается в соответствующие контейнеры.



Рисунок 1 – Ленточный конвейер Sandwik

В результате модернизации ленточного конвейера, связанной с установкой мотор-редуктора, несмотря на некоторое снижение коэффициента полезного действия (КПД) привода ленточного конвейера – с 0,97 до 0,94, выросла производительность конвейера – с 5 т/ч до 6 т/ч.

Кинематическая схема привода ленточного конвейера после модернизации показана на рисунке 2.



1 - мотор-редуктор; 2 - муфта; 3 - подшипниковые узлы; 4 - конвейер

Рисунок 2 – Кинематическая схема привода конвейера после модернизации:

Дополнительные капитальные затраты на модернизацию ленточного конвейера в размере 0,519 млн. руб. окупятся за 0,66 года. При этом годовой объем производства серы увеличится на 24,02 т. Как следствие, у ПАО «Орскнефтеоргсинтез» увеличится прибыль от реализации готовой продукции.

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

Разработка технических решений по модернизации вибрационного грохота коксохимического производства АО «Уральская Сталь»

Измайлов А.П., студент группы БТМО-20з

Модернизация виброгрохота углеподготовительного цеха коксохимического производства необходима для повышения надежности, снижения затрат на ремонты и техническое обслуживание.

При модернизации исключили из привода клиноременную передачу, заменили электродвигатель устаревшей серии КО (не выпускается) на современный (для соединения двигателя с эксцентриковым валом использовали лепестковую муфту); изменили способ крепления сит грохота.

С осевыми, радиальными, угловыми смещениями хорошо справляются компенсирующие лепестковые муфты. Кроме компенсации несимметричности, несоосности приводных валов они устойчивы к реверсу, работам с ускорениями и прерывисто-краткосрочным работам, выдерживают большие вибрационные, динамические, ударные нагрузки с длительным сохранением эксплуатационных свойств. Муфта состоит из двух металлических полумуфт, соединенных эластичными "лепестками". Если лепестковая муфта придет в негодность, ее лепестки легко изготовить в условиях ремонтного производства.

Целесообразно изменить способ натяжения и крепления сит грохота (вместо натяжных планок с болтовым креплением на крепление сетки клинья). Сейчас сита на коробе грохота крепятся натяжными планками с болтовым креплением. Натяжение сетки осуществляется скобами, идущими вдоль бортов и притягиваемыми к нему болтами и сферической шайбой. Отогнутая кромка скобы отжимает крюкообразную полосу, приклепанную к сетке по всей ее длине. Сетка укладывается в средней части на продольные опоры, расположенные выше боковых, что способствует лучшему ее натяжению. Узлы крепления сита обеспечивают быструю замену сита, а элементы крепления служат не меньше просеивающей поверхности. Крепление сетки клиньями простое и быстрое. На стенки грохота крепятся сваркой металлические уголки под углом $15-30^{\circ}$ относительно плоскости сетки. Клинья делают из дерева или резины.

Дополнительные капитальные затраты на модернизацию грохота в размере 0,261 млн. руб. окупятся за 0,5 месяца.

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

Разработка технических решений по модернизации станка «Incom» АО «Рифар»

Мухаматдинов Р.В., студент группы БТМО-20з

Основная причина необходимости модернизации станка «Incom» АО «Рифар» – уменьшение цикла обработки детали до 6 с, чтобы уравнивать его с циклом автоматической линии сборки радиаторов (на данный момент цикл обработки - 7,5 с). В настоящее время привод узла фрезеровки состоит из пневмоцилиндра фирмы «Festo». Пневмосистема имеет единое централизованное питание и ограничена по максимальному давлению. Другая причина – остановка компрессоров в теплое время года из-за перегрева, что приводит к падению давления в системе и снижению производительности оборудования. Поэтому цель модернизации станка - увеличение его производительности и надежности.

Для достижения цели изучили технологию производства и выявили способы повышения производительности станка; выбрали целесообразные направления модернизации станка; рассчитали модернизируемые узлы станка и экономический эффект от внедрения мероприятий по модернизации.

Суть модернизации станка заключается в замене старого привода узла фрезеровки на новый: заменили пневматические цилиндры, придающие поступательное движение площадкам, с установленными на них электродвигателями с фрезодержателями, на сервоприводы. Это позволит регулировать скорость поступательного движения, уменьшить скорость движения во время фрезеровки закладного элемента, что увеличит срок службы режущего инструмента, позволит снизить расход или отказаться вообще от использования смазывающей охлаждающей жидкости, а при движении без нагрузки увеличить скорость, что даст возможность уменьшения цикла обработки заготовки и как следствие увеличение производительности.

Пневмоцилиндры не позволяют регулировать скорости движения их штоков на разных участках обработки торцов закладного элемента, что приводит к ограничению максимальной скорости движения штоков скоростью, необходимой для обработки закладного элемента. Установка серводвигателей, которые посредством винтовой пары будут перемещать площадки с электродвигателями, позволит регулировать скорость перемещения инструмента во время цикла обработки детали. Это приведет к уменьшению цикла и увеличению производительности оборудования.

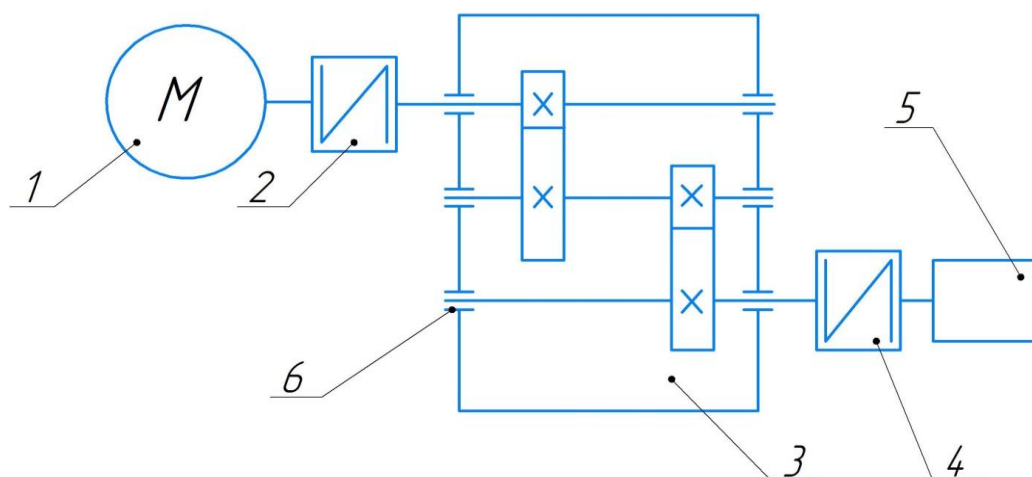
Дополнительные капитальные затраты на модернизацию оборудования составят 0,175 млн. руб. и окупятся за 70 дней.

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

Разработка технических решений по модернизации привода мельницы мокрого помола цеха №1 АО «НЗХС»

Поздняков И.А., студент группы БТМО-203

Целью работы является модернизация привода мельницы мокрого помола цеха № 1 АО «НЗХС». На рисунке 1 показана кинематическая схема привода мельницы мокрого помола.



1 - электродвигатель, 2 - муфта, 3 - редуктор,
4 - муфта, 5 - мельница, 6 - подшипниковый узел.

Рисунок 1 - Кинематическая схема мельницы мокрого помола

В ходе эксплуатации используемого привода были выявлены проблемы, связанные с неисправностями отдельных узлов: подшипников, редуктора, электропривода и муфт. Трудности возникают из-за больших размеров составляющих привода, что приводит к более длительным простоям и обслуживанию большого количества людей ремонтного персонала.

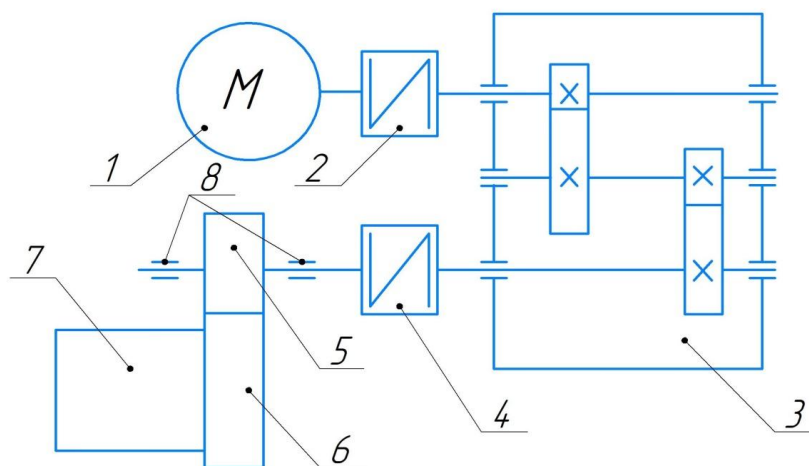
Например, при замене подшипника на тихоходном вале редуктора приходится отправлять в другой цех этот вал, для снятия полумуфты при помощи пресса. При запуске могут возникать такие проблемы как износ втулок и резинок, так как запуск осуществляется резкий, а мельница частенько бывает полная (материал быстро застывает вместе с шарами). Из-за резкого запуска возникают ещё проблемы такие как: выход из строя подшипников в роликах и ухудшение состояния крепления привода внутри опор.

Можно решить проблему габаритного оборудования установкой более мощного тельфера, для подъёма муфт и редуктора целиком (разбор в удобном месте). Но тогда нужно менять конструкцию здания, так как данное расположение не позволяет разметить подъёмное сооружение. А для плавности запуска установить устройство синхронного плавного пуска. А есть такой

вариант, как установка венца на мельницу. Что позволит нам не менять конструкцию здания, уменьшить габариты оборудования и сделать плавный запуск.

Поэтому целесообразно постараться облегчить труд персоналу и минимизировать расход материалов. Для этого нужно использовать оборудование меньших габаритов. Вместо редуктора Ц2Н - 630, будем использовать - Ц2У 400Н. А электродвигатель 5АМ315S8еУ3 поменяем на - А250М4У3. В этом поможет использование подвенцовой шестерни и венца, установленного на мельницу.

На рисунке 2 представлена кинематическая схема привода мельницы после модернизации.



- 1 - электродвигатель, 2 - муфта, 3 - редуктор, 4 - муфта, 5 - венец,
6 - подвенцовая шестерня, 7 - мельница, 8 - подшипниковые узлы.

Рисунок 2 - Кинематическая схема привода мельницы после модернизации

В данной работе было описана технология производства монокромата натрия цеха №1 АО «НЗХС». А так же изложены технические решения модернизации привода мельницы мокрого помола. Представлено краткое описание монтажа демонтажа оборудования. И проведена проверка экономической эффективности проекта.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

Разработка технических решений по модернизации выкатного пода нагревательной печи механического цеха АО «Уральская Сталь»

Сырямина Е.Ю., студентка группы БТМО-20з

Цель работы заключается в повышении производительности оборудования, сокращении себестоимости и увеличении прибыли от реализации продукции механического цеха АО «Уральская Сталь».

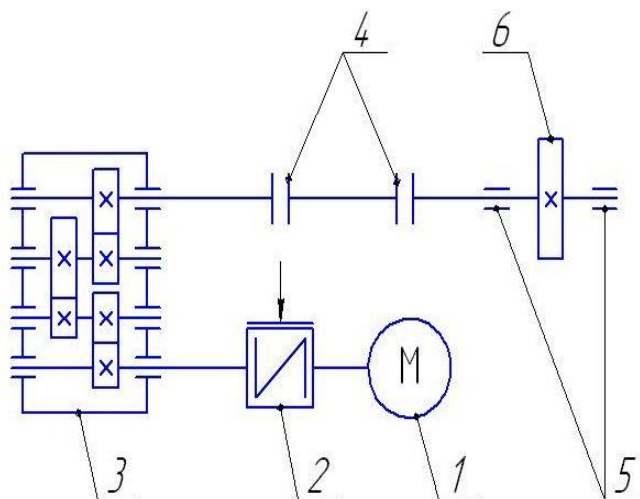
В работе предлагаются технические меры модернизации нагревательной с выкатным подом на технологической линии ковочного отделения механического цеха.

Основное внимание уделяется разработке специального устройства по перемещению выкатного пода печи, направленное на обеспечение высокой надежности оборудования и соответствие требуемым техническим требованиям характеристики.

Наиболее оптимальным методом, позволяющим ускорить технологические процессы, повысить производительность оборудования и увеличить выпуск готовой продукции, является использование мотор-редуктора в качестве привода для перемещения выкатного пода.

Мотор-редуктор представляет собой приводное устройство, в состав которого входят электродвигатель и силовой редуктор.

На рисунке 1 представлена кинематическая схема привода выкатного пода до модернизации.



1 – электродвигатель; 2 – муфта с тормозом; 3 – редуктор;

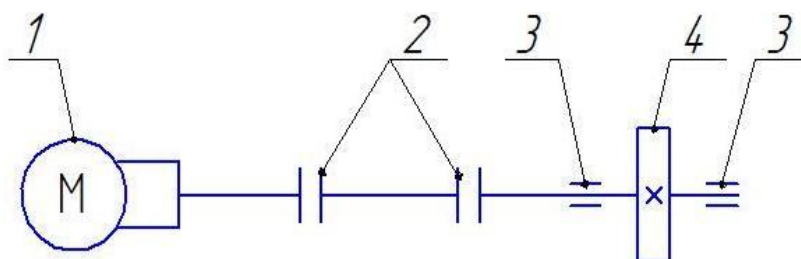
4 – фланцевая муфта; 5 – подшипниковые опоры; 6 – приводная звёздочка.

Рисунок 1 – Кинематическая схема привода выкатного пода до модернизации

Основными преимуществами редуктора являются высокая эффективность, простота установки и простота обслуживания. Основными

элементами зубчатого двигателя являются электродвигатель и силовой агрегат, объединенные в единую конструкцию. Их задача – преобразовать более высокую скорость вращения при более низком крутящем моменте в более низкую скорость вращения с более высоким крутящим моментом, сохраняя при этом максимальную мощность

В данном проекте, исходя из действующих условий работы, применим конический мотор-редуктор типа KAF107R77DV100L4/BMG4. Кинематическая схема модернизированного привода передвижения выкатного пода представлена на рисунке 2.



1 – мотор-редуктор; 2 – муфты; 3 – подшипниковые опоры;
4 – приводная звёздочка.

Рисунок 2 – Кинематическая схема модернизированного привода передвижения выкатного пода

Реализация предложенных технических решений позволит:

- ускорить процессы загрузки, извлечения и транспортировки заготовок благодаря применению специально разработанного механизма;
- повысить производительность через увеличение надёжности и отказоустойчивости оборудования;
- увеличить объёмы выпуска продукции кузнечного производства;
- обеспечить безопасность для производственного персонала, исключив возможность травмоопасных ситуаций и минимизировав влияние высоких температурных зон.

В долгосрочной перспективе модернизация может снизить затраты, поскольку новые системы часто отличаются большей энергоэффективностью, требуют минимального обслуживания и имеют продолжительный эксплуатационный срок.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

Разработка технических решений по модернизации оборудования вентилятора МНЛЗ-2 электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»

Снисаренко Н.С., студент группы БТМО-20з

Цель работы заключается в модернизации вентиляционной системы МНЛЗ-2, используемой в процессе электросталеплавления на предприятии АО «Уральская Сталь».

За время эксплуатации агрегата вентиляции на станции МНЛЗ-2 было обнаружено несколько серьезных недостатков, которые влияют на эффективность текущего производственного процесса:

- довольно регулярные поломки электродвигателя, вызванные его ограниченной долговечностью из-за продолжительного использования;
- проблемы, возникающие при восстановлении подшипников и замене зарубежных моделей из-за их уникальных конструкций и нередкой нехватки на складах.

Когда происходит поломка электрического двигателя, это ведет к остановке ремонтных работ и, как следствие, к отсутствию подачи воздуха в машины и устройства закисления азота МНЛЗ-2. Это приводит к уменьшению производительности текущего производственного процесса и к нарушению условий безопасности труда.

Значительным недостатком в эксплуатации вентиляционного оборудования выступает износ подшипников. В его архитектуре реализована интеграция резиновых сальников и импортных двухрядных сферических роликовых подшипников, отличающихся слабой возможностью взаимозаменяемости. Это приводит к продлению сроков проведения ремонтных работ из-за дефицита таких компонентов на складах компании.

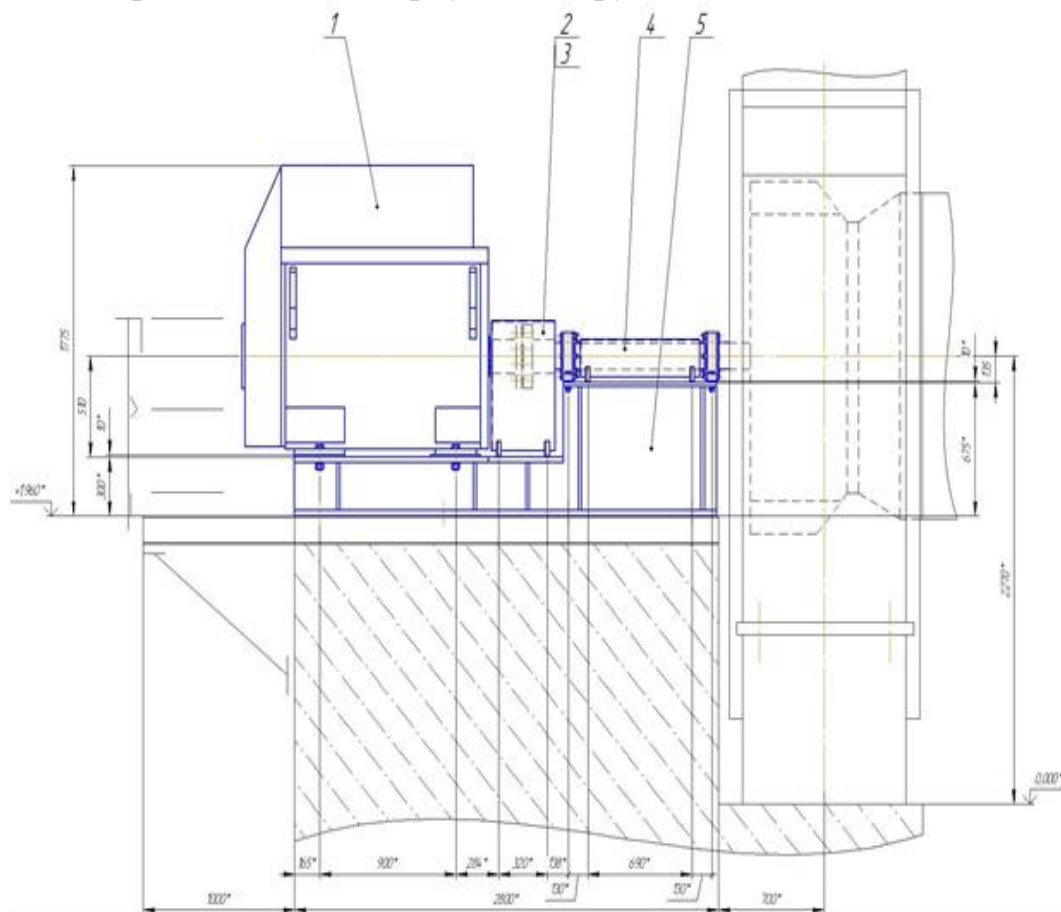
Оптимальным способом исправления указанных дефектов в функционировании данного агрегата служит целиком заменить мотор вентиляционной установки. Использование новой модели электромотора обеспечит минимизацию времени, затраченного на техобслуживание, благодаря его повышенной эксплуатационной надежности по сравнению с текущим электромотором.

В рамках этой инициативы, планируется провести замену импортных подшипников на эквивалентные отечественные изделия, специально адаптированные для соответствия текущим эксплуатационным требованиям.

Данная мера ориентирована на улучшение условий технического обслуживания приводного механизма и на снижение расходов, на приобретение зарубежных комплектующих.

На рисунке представлен обновленный дизайн вентиляционного

оборудования после его модернизации. После обновления устройство вентиляции включает в себя электрический мотор, защищенную муфту, полностью собранный вал и опорную конструкцию.



- 1 – мотор, работающий на электричестве; 2,3 – соединительное устройство с защитным оболочкой; 4 – основная вращающаяся часть, собранная;
5 – несущая конструкция.

Комплексное изображение усовершенствованного вентиляционного оборудования

Уменьшая расходы на техобслуживание и ремонт существующих воздуходувных машин, можно достигнуть снижения издержек производства изделий ЭСПЦ, тогда как инвестиции в приобретение новой аппаратуры обещают её относительно скорое возвращение.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

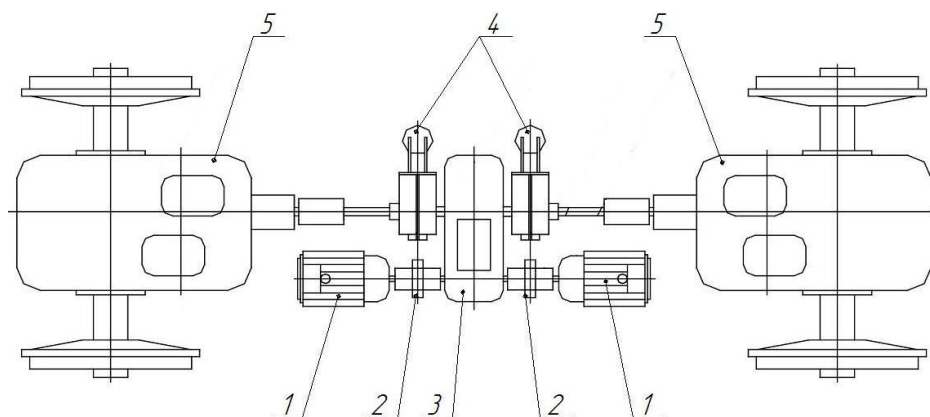
Разработка технических решений по модернизации привода передвижения толкателя шлаковозов электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»

Щипакин Д.В. студент группы БТМО-20з

С целью повышения эффективности и надежности производства, в рамках данной работы разработаны технические решения для модернизации системы привода передвижения толкателя шлаковозов в электросталеплавильном цехе АО «Уральская Сталь». Предлагаемая модернизация позволит повысить производительность и надежность оборудования.

Длительная эксплуатация привела к тому, что существующий электропривод толкателя, отвечающий за перемещение шлака, стал ненадежным. Частые поломки и связанные с ними простои серьезно влияют на процесс транспортировки и переработки шлака, что приводит к снижению объемов производства и, как следствие, к убыткам.

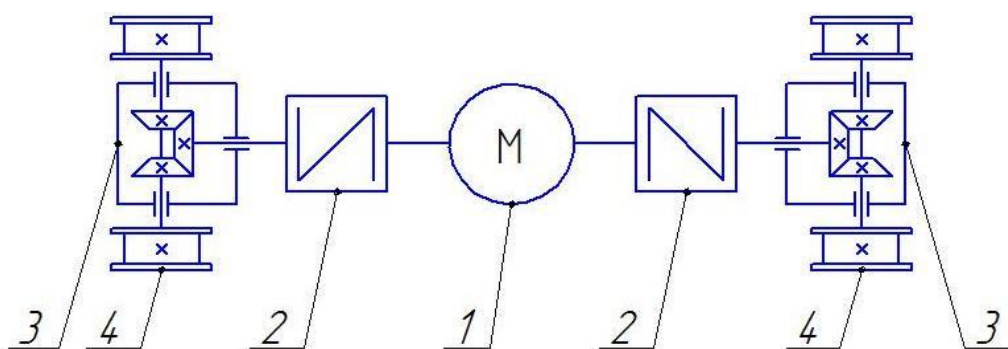
Предлагается модернизация привода путем замены устаревшей компоновки (редуктор и два электродвигателя) рисунок 1 на современный мотор-редуктор, что позволит повысить надежность и снизить время простоя.



1 – электродвигатели; 2 – муфты; 3 – редуктор; 4 – муфты с тормозами;
5 – редукторы тяговые.

Рисунок 1 – Привод передвижения толкателя

На рисунке 2 представлена кинематическая схема модернизированного привода передвижения толкателя.



1 – мотор-редуктор; 2 – муфты; 3 – редукторы тяговые; 4 – колёса ходовые.

Рисунок 2 – Кинематическая схема модернизированного привода передвижения толкателя

Данное решение позволит существенно сократить время простоя оборудования и затраты на его ремонт, что напрямую повлияет на снижение себестоимости продукции. В результате, увеличится прибыль от реализации продукции.

Преимущества данной модернизации заключаются в следующем:

- доступная стоимость и экономическая эффективность;
- высокий коэффициент полезного действия (до 98%), что обеспечивает экономию электроэнергии при применении мотор-редуктора;
- обеспечивает бесперебойную работу даже в сложных условиях эксплуатации с частыми включениями/выключениями и переменными нагрузками;
- монтаж не вызывает затруднений и позволяет быстро ввести оборудование в эксплуатацию.

Мотор-редуктор представляет собой multifunctional устройство. Во-первых, это силовая установка, во-вторых, это редуктор. Благодаря мотор-редукторам скорость, которая поступает с электрической силовой установки, гасится, одновременно растёт крутящий момент. Таким образом, эксплуатируя мотор-редуктор, можно добиться увеличенной эффективности применения механической энергии.

В работе предлагается воспользоваться мотор-редуктором конического типа модели K107DV200L4/BM31.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

**Разработка технических решений по модернизации транспортёра
челнокового распределителя аглошихты агломашин
АО «Уральская Сталь»**

Тылаев Н.А. студент группы БТМО-20з

В работе описана технология агломерационного производства в АО «Уральская Сталь», изучены конструкция и принцип работы челнокового распределителя аглошихты, а также выполнены все необходимые расчёты механизмов оборудования.

Проблема, с которой достаточно часто приходится сталкиваться тем предприятиям, что занимаются эксплуатацией челноковых распределителей, заключается в том, что ресурс отдельных составляющих, таких, например, как привод транспортёра, не очень высокий. Данная проблема приводит к тому, что распределители с определённой периодичностью выходят из строя.

В данной работе нами предлагается использовать такой привод транспортёра, который разработан и производится компанией SEW-EURODRIVE. Кинематическая схема модернизированного привода транспортёра представлена на рисунке 1.

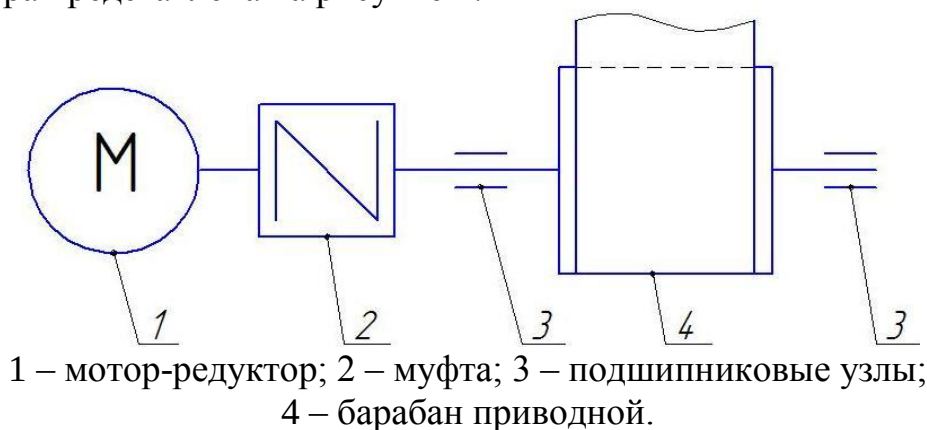


Рисунок 1 – Кинематическая схема модернизированного привода транспортёра

Другим проблемным узлом челнокового распределителя является привод передвижения распределителя, ремонт которого является слишком трудоёмким и затратным, поскольку для замены отдельных его узлов необходимо останавливать работу агломерационной машины и демонтировать распределитель полностью. Для того, чтобы избавиться от рассмотренного недостатка, предлагается удалить имеющийся привод передвижения (с его последующей заменой на иной вариант такого оборудования). Данное решение позволит добиться значимого совершенствования эксплуатационных свойств оборудования.

Предлагаемый привод будет являться мотор-редуктором, который произведён на предприятии SEW-EURODRIVE (рисунок 2). Наличие кинематических схем челнокового распределителя аглошихты упростило выбор типов мотор-редукторов. Расположение выходного вала в пространстве имеет важное значение при выборе мотор-редукторов.

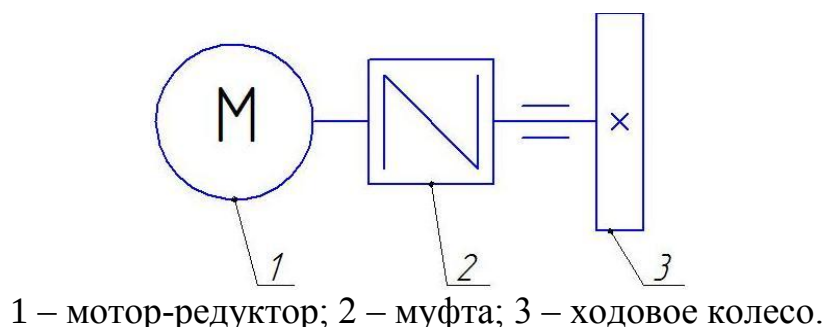


Рисунок 2 – Кинематическая схема модернизированного привода передвижения распределителя

В результате модернизации челнокового распределителя аглошихты выбрали коническо-цилиндрические мотор-редукторы, исходя из требуемых условий работы.

При расчёте требуемой мощности мотор-редуктора были учтены угловая скорость приводного барабана и крутящий момент на тихоходном валу редуктора. Чтобы определить, каким крутящим моментом обладает мотор-редуктор, необходимо учесть крутящий момент электрической силовой установки, поскольку эти величины зависят друг от друга. Кроме того, на крутящем моменте мотора-редуктора сказывается в том числе и его же передаточное число.

Прочностные расчёты отдельных узлов челнокового распределителя аглошихты произвели по принципу нахождения максимальных нормальных напряжений, сравнив их с допускаемыми.

Данный проект по модернизации транспортёра челнокового распределителя аглошихты агломашин АО «Уральская Сталь» является экономически эффективным в долгосрочной перспективе и рекомендуется к реализации на предприятии.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Степыко Т.В.

**Повышение ремонтпригодности уравновешивающего устройства
проводкового бруса клетки «КВАРТО» листопрокатного цеха №1
АО «Уральская Сталь»**

Алдебергенова Д.А., студентка группы БТМО -20з

Работа посвящена изучению возможности модернизации системы балансировки проводкового бруса клетки «КВАРТО» (далее «четырёхвалковая») ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь». Ее целью является повышение надежности устройства путем замены существующего гидроцилиндра привода, что, как ожидается, приведет к сокращению числа и длительности ремонтных работ. В работе выполнен обзор деятельности АО «Уральская Сталь» и его основных производственных подразделений. Дано описание производственных мощностей и применяемых технологических процессов, что способствует пониманию специфики предприятия и значимости проведенного исследования. Работа содержит необходимые расчеты для подбора гидравлического оборудования и компонентов привода, а также проверочные расчеты резьбовых соединений. Также уделено внимание вопросам организации труда, определены затраты на оплату труда, размер капитальных инвестиций, период окупаемости проекта и экономическая выгода от предложенных изменений. Это позволяет оценить не только техническую сторону вопроса, но и экономическую оправданность предлагаемой модернизации, что существенно для принятия обоснованных управленческих решений на предприятии. Работа демонстрирует всесторонний подход к решению задачи повышения надежности и эффективности работы оборудования, учитывая, как технические, так и экономические факторы.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

Разработка технических решений по модернизации загрузочных столов методических печей листопрокатного цеха №1 АО «Уральская Сталь»

Бережной В.А., студент группы БТМО-20

Предложенная тема - реконструкция загрузочного стола. В настоящее время актуальным становится увеличение выпуска продукции и уменьшение ее себестоимости. Для этого на стане 2800 листопрокатного цеха «Уральская Сталь» было предложено, загрузку печей осуществлять горячими слябами температурой 400 градусов, не дожидаясь их остывания на складе. Однако конструкция данного стола не может выполнять эту функцию. Предложено, замена механического привода на гидравлический.

В результате модернизации загрузочного стола путем замены электромеханического привода на гидравлический при ремонте будет задействовано меньше количества людей, а именно, 3 единицы слесарей и 1 электрогазосварщик. Время ремонта в среднем составит 20 часов. Замена рабочих гидроцилиндров на новые значительно сокращает время ремонта, нежели замена узла винт-гайка. Простота установки гидроцилиндров и современная диагностика, позволяют вовремя определить не исправность загрузочного стола и не допускать серьезных и аварийных простоев оборудования. Тем самым экономив время на ремонт, трудозатраты на количество людей, участвовавших в ремонте. Возможность заготавливать запасные узлы. Продлить работу без аварийных простоев загрузочного стола, простота обслуживания. Все это поможет увеличить экономический эффект для ЛПЦ-1.

Помимо этого будет сокращена себестоимость продукции, повышен годовой объем производства и увеличена прибыль от реализации продукции.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

Разработка технических решений по модернизации тележки для перевозки промежуточного ковша на участке монолитной футеровки промежуточных ковшей электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь»

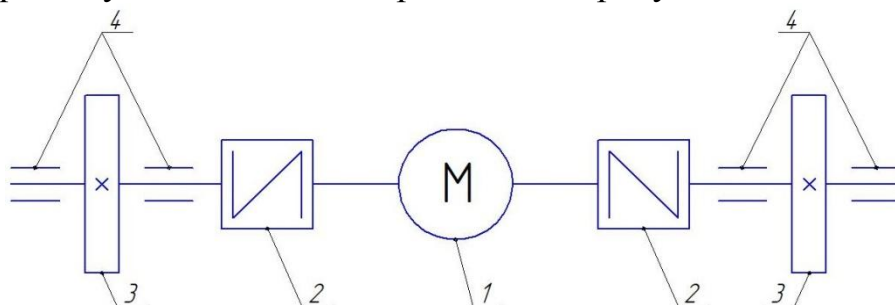
Жульев С.А., студент группы БТМО-20з

В настоящей работе выполнен проект по модернизации тележечного оборудования, предназначенного для перемещения промежуточного ковша, используемого в одном из цехов предприятия АО «Уральская Сталь».

Анализ простоев технологического оборудования показал, что в условиях действующего производства существенным недостатком является процесс обслуживания и ремонта основных приводных узлов тележки для перевозки промежуточных ковшей. В настоящее время ремонт повреждённых узлов привода тележки составляет в среднем 15 часов с учётом остановки технологического процесса монолитной футеровки промежуточных ковшей.

Ремонты такого рода производят обычно 2...3 раза в месяц, т.е. простои участка составляют порядка $3 \times 15 = 45$ часов.

С целью исключения вышеприведённых недостатков предложена замена действующего привода тележки для перевозки промежуточных ковшей на привод от мотор-редуктора, что существенно упростит ремонт и обслуживание устройства. Кинематическая схема модернизированного привода тележки для перевозки промежуточных ковшей приведена на рисунке.



1 – мотор-редуктор; 2 – муфты; 3 – колёса ведущие; 4 – узлы подшипниковые.

Кинематическая схема модернизированного привода тележки

Разработанные предложения по модернизации приведут к сокращению уровня производственных затрат, а значит, будут способствовать наращиванию прибыли производственного предприятия.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

Разработка технических решений по модернизации устройства для зачистки поверхности листового проката листопрокатного цеха №1 АО «Уральская Сталь»

Кузнецов Н.Е., студент группы БТМО-20з

Цель работы заключается в модернизации устройства для очистки поверхности листового проката на ЛПЦ-1 «АО Уральская Сталь». Данное оборудование служит цеху для эффективной и максимально качественной очистки поверхности проката от окалины, а именно в частности удаление загрязнений с нижней части металлического листа.

При использовании существующего оборудования для обработки нижней поверхности металла серьезным недостатком является частый выход из работоспособного состояния отдельных устройств установки в следствие длительного использования и износа - это способствует непредвиденным авариям и конечно же простоям оборудования, что сильно снижает качество и план заданный регламентом производства. Чтобы устранить выявленные дефекты в работе предлагается замена имеющегося привода агрегата на более усовершенствованный и современный с большим КПД мотор-редуктором.

Представленное решение даст нам возможность отойти от непредвиденных поломок, разбалчивания карданных валов и заклинивание, модернизация приведет к улучшению всего узла в целом посредством более современного и надежного оборудования. Кроме того, представленная модернизация позволит добиться бесперебойной работы агрегата и простоты обслуживания, сократится время монтажа и ремонта, профилактические работы, заложенные в ежесменных профилактиках, будут осуществляться намного быстрее, тем самым ремонтный персонал сможет охватывать больше подшефного оборудования.

После реализации мероприятий, предусмотренных проектом, ожидается сокращение производственных издержек, что позволит окупить инвестиции в данное мероприятие за 8 месяцев.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

**Разработка технических решений по модернизации привода тянущее –
правильной машины МНЛЗ– 1 электросталеплавильного цеха
АО «Уральская Сталь»**

Дураев А.А., студент группы БТМО-203

Рассмотрена конструкция и работа блюмовой МНЛЗ. Предложена модернизация тянущее – правильной машины блюмовой МНЛЗ с целью уменьшения простоя агрегата, а также повышения качества получаемой заготовки.

В специальной части выполнен расчет клинового механизма и передачи винт–гайка для ролика противоизгиба. Передача проверена на самоторможение. Осуществлен подбор привода для работы клинового механизма. Разработан план модернизации редуктора ТН– 1000054– МВ– а. Спроектирован и проверен на прочность новый вал для редуктора. Подобран мотор-редуктор под условия модернизации. Разработана электрическая схема для работы ролика противоизгиба.

Проведен комплексный анализ капитальных вложений, определен срок окупаемости проекта и детально оценена экономическая эффективность предложенных проектных решений.

Работа выполнена под руководством зав. каф. МТиО, к.п.н. Нефедова А.В., при содействии старшего преподавателя кафедры МТиО Гавриша П.В.

РАЗДЕЛ VI

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Программное обеспечение для теплового расчета медной стенки кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) №2 АО «Уральская Сталь»

Алексеев В.В., студент группы БПИ-21

Внедрение цифровых технологий в процессы теплового контроля элементов оборудования металлургического производства, в частности кристаллизаторов машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ), является актуальной задачей в условиях перехода к «умному» производству. Традиционные методы теплового расчёта, основанные на ручных вычислениях или использовании табличных редакторов, имеют ряд недостатков: продолжительность расчётов, отсутствие удобных средств визуализации и сложность повторного анализа результатов.

Эффективность при внедрении автоматизированного программного обеспечения для теплового расчёта представлена в таблице.

Сравнение традиционных и автоматизированных методов контроля

Параметр	Традиционный метод	Автоматизированная система
Время обработки данных	1–2 часа	1–2 минуты
Точность численного решения	Средняя, зависит от ручного ввода данных	Высокая, с учётом сетки и условий задачи
Визуализация результатов	Отсутствует	Графики, тепловые карты, таблицы

Помимо оптимизации инженерных расчётов, внедрение цифровой системы существенно снижает риски, связанные с неверной оценкой теплового состояния оборудования. Недостаточно точные расчёты по устаревшим методикам могут привести к перегреву стенок кристаллизатора, что влечёт за собой деформации, ускоренный износ и аварийные остановки оборудования. Автоматизация позволяет своевременно прогнозировать температурные пики и принимать корректирующие меры, обеспечивая устойчивость технологического процесса.

Для реализации поставленных задач было спроектировано и разработано программное обеспечение с графическим интерфейсом на Python. Ключевые преимущества такого подхода:

- исключение человеческого фактора при расчётах;
- значительное сокращение времени теплового расчёта;
- получение графиков и контурных температурных полей для оперативного анализа;
- снижение объёма ручной работы при подготовке отчётной документации.

Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора кафедры МиЕ Ячикова И.М.

Разработка приложения по мониторингу выбросов вредных веществ в атмосферу в доменном цехе АО «Уральская Сталь»

Ермаков М.А., студент группы БПИ-21

Введение цифровых технологий в процессы контроля вредных веществ на производстве является актуальной задачей в условиях развития информационных систем. Традиционные методы, основанные на ручном отборе проб и бумажных журналах, обладают рядом недостатков, таких как высокая вероятность ошибок, длительность обработки данных и сложность архивирования.

Эффективность при внедрении автоматизированной системы контроля представлены в таблице.

Сравнение традиционных и автоматизированных методов контроля

Параметр	Традиционный метод	Автоматизированная система
Время обработки данных	2–3 часа	1–2 минуты
Точность измерений	$\pm 15\%$	$\pm 5\%$
Затраты на документооборот	Высокие	Минимальные

Помимо оптимизации процессов мониторинга, внедрение такой системы значительно снизит риски несчастных случаев для персонала. При

традиционном ручном отборе проб работники вынуждены контактировать с потенциально опасными зонами, что увеличивает вероятность таких происшествий. Использование многокомпонентных газоанализаторов исключает необходимость постоянного присутствия человека в зонах с повышенной концентрацией вредных веществ, сводя к минимуму профессиональные риски.

Для реализации поставленных задач был спроектирован и разработан программный интерфейс и веб-приложение для сотрудников отдела экологического контроля. Ключевые преимущества такого подхода:

- исключение человеческого фактора;
- отказ от бумажных видов носителей;
- ускорение процесса сбора и анализа данных;
- уменьшение объема ручной работы.

Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора кафедры МиЕ Ячикова И.М.

Разработка web-приложения для ресторана

Ермаков М.А., студент группы БПИ-21

В наше время, когда уровень жизни постоянно растет, возрастает потребность в автоматизации сервисов, особенно в сфере общественного питания. Невозможно представить нашу жизнь без использования онлайн-технологий. С помощью хорошо разработанного web-сайта, у людей появляется возможность сэкономить свое время и направить его в более нужную сферу. Также у данного бизнеса повышается конкурентоспособность. Приложение направлено на решение комплексных задач, чтобы автоматизировать бизнес-процессы заведения, как для персонала, так и для клиентов.

Успешность ресторанного бизнеса зависит от цифровой зрелости. Бизнес оценивается по способности адаптироваться к информационным технологиям. Применение ИТ-решений удовлетворяет запросы клиентов. ИТ-решения формируют конкурентную позицию. Интеграция цифровых инструментов автоматизирует бизнес-процессы. Она сокращает издержки. Она повышает точность управленческих решений. Это расширяет клиентскую базу.

Работа выполнена под руководством к.ф.-м.н., доцента кафедры МиЕ Филиппова Е.Г.

Изучение влияния различных типов сборщиков мусора на производительность приложений JVM

Зубков В.Д., студент группы БПИ-21

JVM (Java Virtual Machine) предоставляет универсальную среду для запуска приложений Java, обеспечивая их кроссплатформенность. Однако производительность JVM зависит от многих факторов, таких как архитектура приложения, размер кучи, количество потоков и выбранный сборщик мусора. Современные сборщики мусора, такие как G1 GC, ZGC и Shenandoah GC, предлагают различные подходы к минимизации пауз и оптимизации использования ресурсов.

Serial GC — это простой однопоточный сборщик мусора, который блокирует выполнение приложения во время его работы. Он подходит для небольших приложений или однопоточных задач.

Parallel GC — это многопоточный сборщик мусора, который работает параллельно с несколькими потоками для ускорения сбора памяти. Он эффективен для пакетной обработки и систем с большим количеством ядер процессора.

G1 GC — это современный сборщик мусора, который делит кучу на области и выбирает наиболее загрязненные для сбора. Он хорошо подходит для больших куч и смешанных рабочих нагрузок.

ZGC и Shenandoah GC — это инновационные сборщики мусора, которые обеспечивают минимальные паузы даже при работе с большими объемами данных. Они очень эффективны для интерактивных приложений, где важна минимальная задержка.

Выбор сборщика мусора зависит от типа рабочей нагрузки: для систем OLTP (Online Transaction Processing) важна минимальная задержка, а для систем OLAP (Online Analytical Processing) критически важна пропускная способность.

Для анализа влияния различных типов сборщиков мусора на производительность приложений JVM была разработана методология, включающая следующие шаги:

Описание тестового приложения: было создано тестовое приложение, имитирующее реальные сценарии нагрузки, включая некритические и критические рабочие нагрузки.

Настройка конфигураций сборщиков мусора: были исследованы различные конфигурации сборщиков мусора (Serial GC, Parallel GC, G1 GC, ZGC, Shenandoah GC).

Проведение нагрузочного тестирования: Gatling использовался для имитации пользовательских запросов и оценки производительности системы при различных уровнях нагрузки.

Анализ результатов: были оценены ключевые показатели производительности, такие как время отклика, использование ЦП и частота пауз. Для диагностики проблем с GC использовались внутренние инструменты JVM, такие как GC Logs и JFR (Java Flight Recorder), а также внешние инструменты, такие как VisualVM.

Результаты экспериментов показали, что выбор сборщика мусора существенно влияет на производительность приложений JVM. Основные выводы следующие:

Некритические сценарии: для приложений с низкой нагрузкой и небольшим размером кучи последовательный и параллельный сборщики мусора демонстрируют высокую производительность за счет минимальных затрат ресурсов.

Критические сценарии: для приложений с высокой нагрузкой и большим размером кучи современные сборщики мусора (G1 GC, ZGC, Shenandoah GC) обеспечивают минимальные паузы и лучшую стабильность. Например, ZGC показал минимальное время паузы (менее 10 миллисекунд) даже при работе с размером кучи более 100 ГБ.

Ресурсоемкие приложения: приложения, требующие высокой пропускной способности, лучше работают с G1 GC и параллельным сборщиком мусора, которые эффективно используют доступные ресурсы ЦП.

Полученные результаты имеют практическую значимость для разработчиков и администраторов приложений JVM. Их можно применять для оптимизации производительности в реальных проектах, где важны высокая производительность и стабильность системы. Например, для веб-сервисов и чат-платформ рекомендуется использовать ZGC или Shenandoah GC для минимизации задержек. Для пакетной обработки данных и систем с ограниченными ресурсами предпочтительнее Parallel GC или Serial GC.

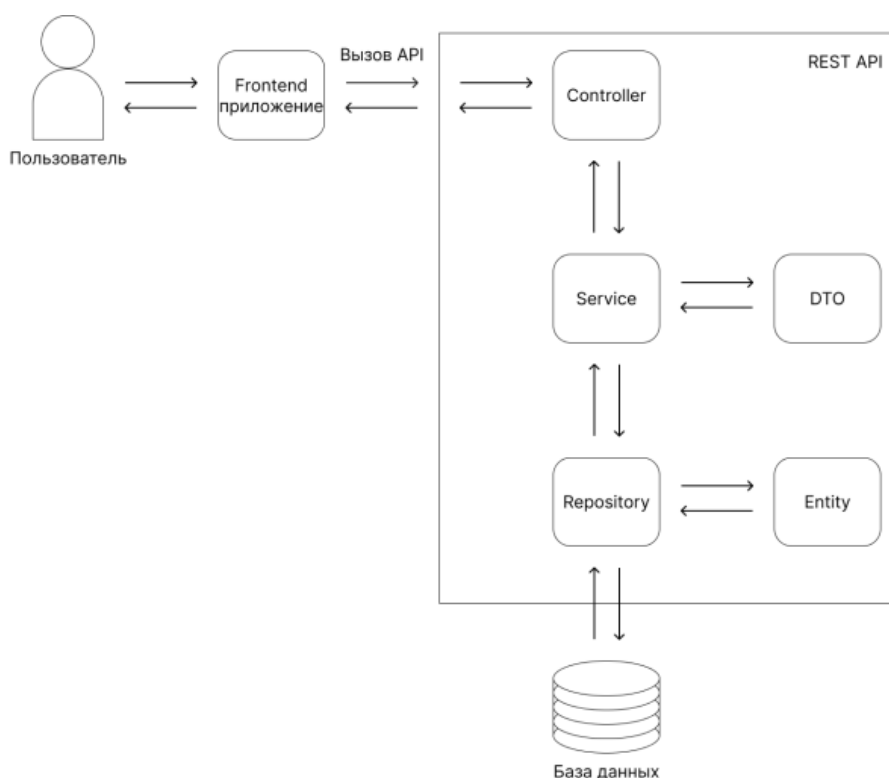
Исследование показало, что выбор сборщика мусора играет ключевую роль в оптимизации производительности приложений JVM. Современные сборщики мусора, такие как ZGC и Shenandoah GC обеспечивают минимальные паузы и высокую стабильность работы, что делает их идеальными для интерактивных приложений. Однако они требуют дополнительных ресурсов ЦП, что может быть критически важным для некоторых систем. Результаты этого исследования можно использовать для настройки приложений JVM в реальных проектах, повышая их производительность и надежность.

Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора кафедры МиЕ Ячикова И.М.

Реализация backend в системах управления промышленного предприятия на JAVA SPRING BOOT

Корсаков В.А., студент группы БПИ-21

Сервис REST API, в свою очередь, тоже имеет архитектуру. Формально архитектура называется Многослойная архитектура (Layered Architecture), однако в сообществе разработчиков так же распространено название Контроллер-Сервис-Репозиторий (Controller-Service-Repository) – по названию трёх основных компонентов архитектуры. Графическое представление архитектуры представлено на рисунке.



Графическое представление архитектуры

Рассмотрим компоненты архитектуры и взаимодействие между ними, начиная с отправки запроса frontend-приложением. После того, как на сервер был отправлен запрос, он попадает в слой контроллера, или слой представления (Presentation Layer). Контроллеры – это классы, которые обрабатывают HTTP-запросы от клиента. В контроллерах определяются маршруты API, по которым доступно обращение к backend-приложению, а также поддерживаемые методы их обработки. Методы контроллеров содержат только логику обработки запросов, которая подразумевает взаимодействие с методами сервисов.

Слой сервисов, или слой бизнес логики (Business Logic Layer), отвечает за бизнес логику backend-приложения. Методы сервисов выполняют всю основную работу: необходимые вычисления, валидацию и маппинг данных. Более того, иногда предполагается взаимодействие между сервисами: метод одного сервиса может вызывать методы других сервисов. Хотя сервисы и содержат бизнес-логику, они не взаимодействуют с базой данных напрямую, а вызывают методы репозитория.

Слой репозитория, или слой доступа к данным (Data Access Layer), взаимодействует с базой данных: получает, сохраняет, изменяет и удаляет записи. Каждый метод репозитория является отдельным запросом к базе данных. Для взаимодействия с базой данных репозиторию необходимы переменные для хранения информации, для этого используют вспомогательные классы – сущности.

Сущности (Entity) – классы, описывающие структуру таблиц и представлений базы данных. Репозитории сохраняют в таблицы значения полей сущностей, а при получении данных присваивают их обратно полям сущности.

Ещё одна категория вспомогательных классов – DTO (Data Transfer Object), которые служат контейнером для передачи данных между клиентом и контроллером. Структура данных в сущностях не всегда совпадает со структурой данных, которую необходимо вернуть при обработке запросов на получение, поскольку данные могут браться из нескольких сущностей, или принять при обработке запросов на сохранение или изменение, поскольку часто информация, полученная в теле одного запроса, может быть сохранена в несколько сущностей. Преобразование сущности в DTO и наоборот называется маппингом и происходит в сервисах. Таким образом, репозитории получают данные из базы и возвращают в сервисы сущности, сервис преобразовывает сущности в DTO и возвращает их в контроллеры, контроллеры в теле ответа возвращают данные в формате JSON в соответствии со структурой DTO. При обработке запросов на сохранение и изменение последовательность обратная.

Архитектура Контроллер-Сервис-Репозиторий позволяет разделить ответственность между слоями. Репозиторию неважно, какой сервис его вызывает, он делает то, что от него требуется. Сервис не заботится о том, как к нему осуществляется доступ, он выполняет свою работу, используя репозитории, где это необходимо. Контроллер передает работу на уровень сервиса, не храня в себе бизнес-логики.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры МиЕ Леднова А.В.

Разработка коллекции микросервисов на java spring boot для систем управления промышленного предприятия

Кравченко В., студент группы БПИ-21

Современное жизнеспособное промышленное предприятие является сложной системой, состоящей из множества структурных элементов. Чтобы оставаться конкурентоспособным, бизнес должен оперативно и гибко реагировать на изменения в рамках технологического процесса. Традиционные монолитные системы управления уже не отвечают этим требованиям, поэтому промышленность переходит на решения с микросервисной архитектурой.

Основное назначение системы — управление бизнес-процессами промышленного предприятия, автоматизация рутинных задач, а также сбор статистики и метрик. Среди ключевых решаемых задач — сокращение простоев производства, ускорение разработки, повышение скорости принятия управленческих решений, контроль над предприятием и снижение затрат на вертикальное и горизонтальное масштабирование.

Система построена как набор микросервисов с архитектурой API Gateway, развернутых в docker-сети. Каждый сервис имеет структуру controller-service-repository. Доменный слой включает пять основных компонентов: систему управления базами данных PostgreSQL, хранилище Redis, хранилище Minio, инструмент сбора и хранения метрик Prometheus и средство визуализации метрик Grafana. Кроме того, в систему входят четыре сервиса, разработанных на Java Spring Boot: шлюз (gateway), сервис управления промышленными агрегатами, сервис взаимодействия с Minio-хранилищем и сервис управления миграциями базы данных.

Функциональные возможности системы включают единую точку входа через gateway-сервис, который перенаправляет запросы и обеспечивает аутентификацию и авторизацию на основе JWT. Для дополнительной защиты токенов используется система семейств токенов и реестр использованных refresh-токенов в Redis. Внутреннее взаимодействие между сервисами осуществляется с помощью технологии FeignClient. Система также предоставляет полный набор метрик и статистики по всем сервисам.

В результате разработана адаптивная, гибкая и легко масштабируемая микросервисная система для управления промышленным предприятием. Она успешно прошла нагрузочное тестирование, обработав 500 тысяч запросов менее чем за минуту, что подтверждает её высокую отказоустойчивость. Кроме того, система обладает надежными механизмами безопасности.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры МиЕ Леднова А.В.

Разработка ПО для шифрования сообщений с использованием гибридной криптографии и сетевого взаимодействия

Кугот Д.В., студент группы БПИ-21

Актуальность обеспечения конфиденциальности информации в условиях постоянного роста объемов передаваемых данных делает криптографические методы одним из ключевых направлений современной ИТ-инфраструктуры. В данной работе реализовано программное обеспечение, обеспечивающее защищённый обмен сообщениями между пользователями, основанное на гибридном подходе – использовании RSA и AES одновременно.

Гибридная схема шифрования включает:

- симметричный алгоритм AES для быстрой и надёжной шифрации сообщений;

- асимметричный алгоритм RSA для безопасной передачи ключа AES.

Разработанное приложение позволяет пользователю:

- пройти регистрацию и авторизацию;
- автоматически генерировать пару ключей (RSA 1024/2048 бит);
- сохранять открытый/закрытый ключи в БД;
- выбирать получателя по никнейму и автоматически загружать его открытый ключ;

- зашифровать сообщение, отправить его по сети и расшифровать получателем;

- визуализировать график производительности RSA и гибридного шифрования по длине сообщения.

Функциональность обеспечивается за счёт следующих компонентов:

- PyQt5 – графический интерфейс (вкладки: локальный режим, сетевой режим, график);

- PyCryptodome – реализация RSA, AES и гибридной схемы;

- psycopg2 – работа с базой данных PostgreSQL;

- socket – организация сетевого взаимодействия между отправителем, сервером и получателем.

Принцип работы:

1. Пользователь регистрируется и получает уникальный идентификатор.

2. Генерирует ключи и сохраняет их в базу данных.

3. Для отправки сообщения указывает никнейм получателя – программа загружает его открытый ключ.

4. Сообщение шифруется и передаётся через промежуточный relay-сервер.

5. Получатель нажимает кнопку «Принять сообщение», получает

зашифрованные данные и расшифровывает их с помощью своего закрытого ключа.

Результаты сравнения времени шифрования/расшифрования (длина сообщения 512 символов) представлены в таблице

Алгоритм	Шифрование, мс	Расшифрование, мс
RSA 1024	125	108
RSA 2048	368	294
RSA + AES	14	17

Таким образом, гибридный метод позволяет значительно ускорить процесс шифрования и снизить нагрузку при передаче больших объёмов данных, сохранив при этом надёжность RSA при передаче ключей.

Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора кафедры МиЕ Ячикова И.М.

Разработка web-приложения вибромониторинга скиповых лебёдок доменной печи

Лукьянчикова О.В., студентка группы БПИ-21

Как известно, надёжность работы скиповых лебёдок доменной печи во многом зависит от своевременного обнаружения вибрационных отклонений, возникающих в процессе эксплуатации. Для этого применяются системы виброконтроля, позволяющие отслеживать параметры работы оборудования в режиме реального времени.

Настоящее исследование посвящено разработке web-приложения, обеспечивающего интеграцию сигналов от вибродатчиков в единую систему мониторинга. Обобщенные результаты измерений и структуры таблиц в БД представлены в таблице и на рисунке.

Структура таблицы БД для хранения данных вибромониторинга для ДП-2

id	LocalDate	5BQT1_mm	5BQT1_ms2
1	2025-06-17 17:46:47	6.42	11.85
2	2025-06-17 17:46:57	6.71	11.74

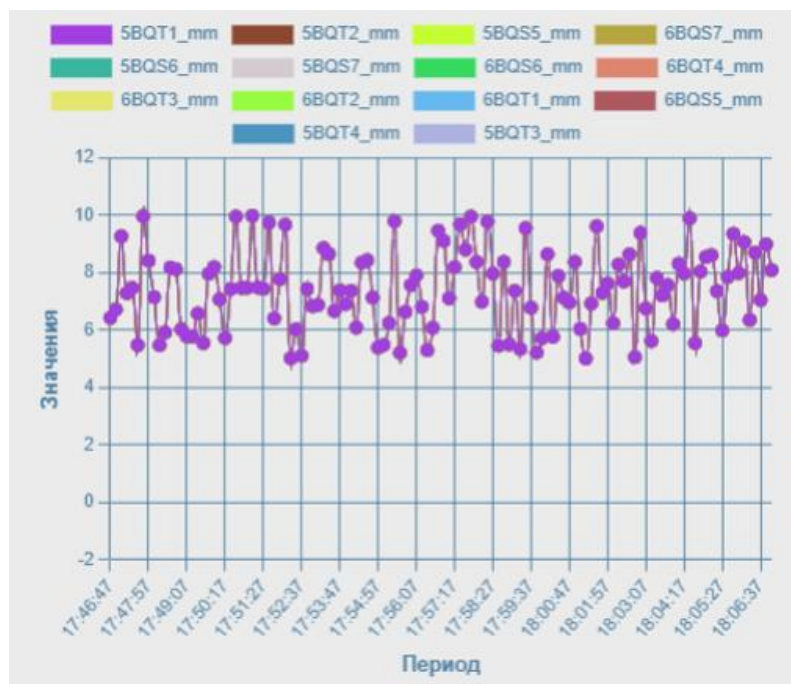


График изменения параметров вибрации – ДП-2

Базы данных используется для:

- хранения измерений вибрации и температуры;
- построения графиков изменений во времени;
- оповещения персонала при выходе параметров за допустимые пределы.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры МиЕ Леднова А.В.

Компьютерное моделирование теплового состояния асинхронного двигателя с фазным ротором

Орлов Н.К., студент группы БПИ-21

Асинхронные двигатели с фазным ротором широко применяются в металлургии и горнодобывающей промышленности благодаря их надежности и способности работать в тяжелых условиях. Однако перегрев обмоток и магнитопроводов остается ключевой причиной отказов, что требует разработки доступных инструментов для анализа теплового состояния.

В работе выполнена разработка программного обеспечения AMPRMonitor для моделирования теплового состояния асинхронного двигателя с фазным ротором 4AK250SB4Y3. Для моделирования применен метод эквивалентных тепловых схем, описывающий двигатель как сеть узлов (обмотки, магнитопроводы, корпус) с тепловыми сопротивлениями и теплоемкостью. Уравнения теплового баланса решались численно с использованием библиотек NumPy и SciPy. Входные данные включали:

- электрические параметры;
- геометрические характеристики;
- эксплуатационные условия.

Разработанное ПО на основе Python с библиотеками PySide и pyqtgraph позволяет рассчитывать и визуализировать температуры узлов двигателя с использованием метода эквивалентных тепловых схем. Точность моделирования подтверждена совпадением расчетных данных с паспортными (расхождение менее 3 %), что подтверждается данными таблицы.

Фактические и расчетные значения температуры узлов двигателя

Узел	Фактическая температура, °C	Расчетная температура, °C	Расхождение, %
Обмотка ротора	94	92-96	2,1
Обмотка статора	74,5	73-76	1,8
Корпус	50	49-52	2,0

Программа обеспечивает снижение времени анализа тепловых процессов на 30 % и предлагает рекомендации по оптимизации, включая улучшение охлаждения и использование материалов с высокой теплопроводностью. Практическая ценность заключается в возможности применения на предприятиях, таких как АО «Уральская Сталь», для повышения надежности оборудования.

Работа выполнена под руководством д.т.н., профессора кафедры МиЕ Ячикова И.М.

Разработка телеграм-бота для автоматизированного контроля заполнения учебных аудиторий

Черкас А.В., студент группы БПИ-21

Современные образовательные учреждения сталкиваются с необходимостью эффективного управления учебными помещениями. Автоматизация процессов контроля заполнения аудиторий позволяет сократить временные затраты и повысить удобство работы студентов и преподавателей. В данной статье представлена разработка Telegram-бота, предоставляющего актуальную информацию о занятости аудиторий и расписании занятий.

Анализ расписания НФ НИТУ «МИСИС» позволил определить ключевые параметры системы, такие как количество аудиторий, график занятий и частота их использования.

Разработанный бот предоставляет следующие функции:

1. Просмотр расписания по аудиториям.
2. Проверка текущей занятости.
3. Уведомления об изменениях.

Анализ расписания НФ НИТУ «МИСИС» позволил определить ключевые параметры системы, такие как количество аудиторий, график занятий и частота их использования.

В ходе исследования проанализированы особенности формирования расписания в НФ НИТУ «МИСИС», разработана архитектура бота на языке Python с использованием базы данных SQLite. Проведены тестирование и оценка эффективности предложенного решения. Результаты работы демонстрируют возможность оптимизации учебного пространства за счет автоматизации контроля аудиторий.

Созданный Telegram-бот позволяет автоматизировать процесс контроля аудиторий, что способствует оптимизации учебного процесса. В перспективе возможна интеграция системы с другими университетскими сервисами.

Работа выполнена под руководством к.ф.-м.н., доцента кафедры МиЕ Филиппова Е.Г.

Разработка АИС планирования и отчетности МУП «НовГорТранс»

Шинкарева Н.Ю., студентка группы БПИ-21

Современная организация успешно функционирует лишь при условии четкого финансового контроля, эффективного взаимодействия между подразделениями и оперативной выработки управленческих решений. Данные аспекты приобретают особую значимость для крупных компаний с многообразием видов деятельности, широкой номенклатурой продукции и услуг, сложной организационной структурой и высоким уровнем требований к автоматизации внутренних процессов.

Особое значение приобретает эффективная логистика, которая обеспечивает своевременность доставки товаров и материалов, поддерживает оптимальный уровень запасов и минимизирует производственные издержки. Автоматизированный учет способствует снижению количества ошибок, сокращению временных затрат на обработку данных и повышает общую производительность бизнес-процессов.

Таким образом, потребность внедрения автоматизированных информационных систем (АИС) становится критически важной задачей для современных организаций. Такие системы позволяют существенно повысить скорость принятия управленческих решений, обеспечить точность и оперативность планирования деятельности, упростить процесс формирования отчетов и сделать внутренние логистические процессы более прозрачными.

Ключевые задачи сотрудников предприятия пассажироперевозчика, такие как:

- поддержка актуальности базы данных транспортных средств;
- мониторинг текущего состояния транспортного парка;
- формализация документооборота, связанного с выполненными работами;
- контроль процедуры инвентаризации имущества.
- регистрация финансовых поступлений.

Основной целью разработки АИС для МУП «НовГорТранс» является улучшение взаимодействия между подразделениями и повышение производительности труда персонала. Одним из значительных недостатков действующей инфраструктуры предприятия является фрагментарность используемых информационных систем, препятствующая полноценному обмену данными и снижающая качество анализа рабочих процессов.

Анализ показал, что отсутствие целостной информационной среды затрудняет точное планирование бюджетов на приобретение топлива и проведение технического обслуживания автомобилей. Для устранения этих ограничений руководство предприятия приняло решение о внедрении АИС,

объединяющей различные подразделения и создающей единую платформу для сбора и обработки данных.

Выбор подходящей программной платформы является ключевым этапом при создании информационной системы для транспортного предприятия. Современные информационно-технологические решения предлагают широкий спектр инструментов, таких как ERP, CRM и BI, позволяющие учесть многочисленные факторы и объединить данные из разных источников.

Сегодня многие российские компании переходят на отечественные разработки, учитывая прекращение поддержки иностранных платформ. Отечественные системы отличаются высокой адаптивностью к местным условиям эксплуатации и обеспечивают надежность и функциональность, соответствующую зарубежным аналогам.

Среди отечественных решений для автоматизации транспортных предприятий программа «1С: Управление автотранспортом» выделяется своими возможностями, несмотря на ряд минусов вроде избыточности функционала и стоимости внедрения. Данная платформа способна удовлетворить потребности предприятия МУП «НовГорТранс» в области планирования, документирования и отчетности. Текущие условия требуют улучшенной координации подразделений, ускоренной обработки заявок и точного расчета затрат.

Программа позволит наладить полноценный учет состояния автопарка, расхода топлива и запчастей, что повысит прозрачность и снизит риски злоупотреблений. Возможность интеграции с уже установленными версиями «1С» делает данное решение оптимальным выбором для предприятия.

Подводя итог, можно утверждать, что грамотное применение автоматизированных информационных систем оказывает непосредственное влияние на успешность современного предприятия. Правильно выстроенный финансовый контроль, эффективное взаимодействие различных структурных единиц и возможность быстрой реакции на изменения внешней среды становятся залогом устойчивого развития любой крупной компании. Особенно важна такая стратегия для сферы пассажироперевозок, где необходимость соблюдения строгих стандартов безопасности и обслуживания клиентов требует высокого уровня автоматизации всех процессов.

Развитие и внедрение инновационных технологий позволяют организациям поддерживать высокий уровень конкурентоспособности, гибко реагировать на рыночные изменения и уверенно удерживать лидирующие позиции в своей отрасли.

Работа выполнена под руководством к.п.н., доцента кафедры МиЕ Новиковой Т.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I МЕТАЛЛУРГИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

Разработка комплекса мероприятий по повышению качества слябовой заготовки в условиях АО «Уральская Сталь» Акмурзеев С.К., студент группы БМТ-20з	3
Разработка технологии пирометаллургической переработки скраповых брикетов Антропов Р.И., студент группы БМТ-20з	4
Совершенствование шлакового режима работы доменных печей АО «Уральская Сталь» Дубовский А.В., студент группы БМТ-20з.....	5
Разработка мероприятий по повышению качества круглой непрерывнолитой заготовки на МНЛЗ-1 АО «Уральская Сталь» Ильбакин Р.Р., студент группы БМТ-20з.....	6
Совершенствование технологии десульфурации стали на агрегате «печь-ковш» Котельников Д.Д., студент группы БМТ-20з	7
Повышение эффективности агломерационного производства в улучшения качества смешивания агломерационной шихты Кузьмищев И.В., студент ДПП «Металлургия».....	8
Повышение эффективности вакуумирования стали в условиях АО «Уральская Сталь» Логинов В.А., студент ДПП «Металлургия».....	9
Разработка методики определения состава угольной шихты, обеспечивающей получение заданных показателей качества кокса Серых Л.Ю., студентка группы БМТ-20з	10
Совершенствование технологии производства электролитического хрома Степанов А.В., студент группы БМТ-20з	11
Снижение издержек на производство стали с регламентированным содержанием водорода Суббота И.В., студент группы БМТ-30з	12

Повышение эффективности системы охлаждения доменной печи №4 АО «Уральская Сталь» Сыров В.А., студент группы БМТ-20з	13
Совершенствование технологии выплавки стали в гибких модульных печах в результате регулирования условий шлакообразования Тукешов А.У., студент группы БМТ-20з	14
Разработка рекомендаций по модернизации нагревательных печей ЛПЦ №1 АО «Уральская Сталь» Уваров А.А., студент группы БМТ-20з.....	15
Разработка рекомендаций по модернизации конструкции гибких модульных печей с целью повышения эффективности производства стали Филиппов Е.И., студент группы БМТ-20з.....	16
Снижение издержек на производство чугуна в результате использования коксового орешка в доменной плавке Шукшин К.Е., студент ДПП «Металлургия»	17
Совершенствование технологии производства листового проката с целью уменьшения расходного коэффициента в условиях АО «Уральская Сталь» Абдикапаров М.С., студент группы БМТ-21	18
Внедрение современных систем контроля качества поверхности листового проката в ЛПЦ-1 АО «Уральская Сталь» Быковец К.И., студент группы БМТ-21	20
Повышение свойств листового проката АО «Уральская Сталь» в результате повышения качества исходного металла Леоненко А.А., студент группы БМТ-21	22
Разработка технических решений по созданию шахтной установки металлизации на базе доменной печи № 1 АО «Уральская Сталь» Малимоненко Д.А., студент группы БМТ-20з	23
Разработка технологии прокатки латунной ленты Л63 толщиной 0,5 мм в условиях ООО «ГЗОЦМ «Гайская медь» Хайбуллина В.Д., студентка группы БМТ-21	25
Разработка мероприятий по повышению качества поверхности листового проката в условиях АО «Уральская Сталь» Шаймарданова Л.Н., студентка группы БМТ-21	27

РАЗДЕЛ II ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Оценка применения бессатураторного метода улавливания аммиака с получением сульфата аммония в условиях АО «Уральская Сталь» Дебуля Н.О., студент группы БХТ-20з	29
Увеличение выработки резинотехнических изделий за счёт варьирования факторов процесса вулканизации в ЗАО «Уральский завод эластомерных уплотнений» Кутялкина М.Г., студентка группы БХТ-20з.....	31
Настройка удержания температуры на установке по определению реакционной способности CRI и горячей прочности CSR Верц Е.Д., студент группы БХТ-21	33
Внедрение технологии PROven для улучшения качества кокса и снижения экологической нагрузки на АО «Уральская Сталь» Кудрявцев М.С., студент группы БХТ-21.....	35
Изучение оптимальных условий анализа ферросплавов методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой Рязанова К.А., студентка группы БХТ-21.....	37
Разработка технологии утилизации каменноугольных фусов Степанова М.Н., студентка группы БХТ-21	39
Определение рациональной методики окисленности углей Праздничных В.Д., студентка группы БХТ-21	40

РАЗДЕЛ III ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Модернизация паровой турбины К-300-240 в условиях ОАО «Интер РАО-Электрогенерация» филиал ИГРЭС Будников А.А., студент группы БТТ-20з.....	41
Модернизация сушильной печи с переводом на ферросплавный газ в условиях предприятия «Актюбинский завод ферросплавов» Городилов М.С., студент группы БТТ-20з	43

Модернизация системы хранения жидких продуктов разделения воздуха в условиях АО «Уральская Сталь» Добряков А.Н., студент группы БТТ-20з.....	45
Модернизация системы водоочистки котельной среднего давления в условиях АО «Уральская Сталь» Казналинов А.А., студент группы БТТ-20з.....	46
Модернизация воздухонагревателей доменных печей в условиях АО «Уральская Сталь» Кондратьева Ю.А., студент группы БТТ-20з.	48
Разработка системы утилизации тепла уходящих дымовых газов котла ТП-13Б в условиях АО «Уральская Сталь» Кульбаева Ю.О., студент группы БТТ-20з.	49
Модернизация системы воздухоснабжения в условиях ПАО «Орскнефтеоргсинтез» Мансуров П.А., студент группы БТТ-20з.....	50
Разработка системы охлаждения и утилизации теплоты дуговой электропечи плавления базальта в условиях предприятия ООО «НСЗ» Мишина Е.А., студент группы БТТ-20з.....	51
Разработка индивидуального источника энергии на базе газопоршневого двигателя в условиях ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ» Муталлапов Р.Г., студент группы БТТ-20з.....	53
Создание эффективной системы отопления административного комплекса предприятия АО «Новотроицкий трубопрокатный завод» Нурмаянов Е.И., студент группы БТТ-20з.....	55
Разработка системы теплоснабжения АО «Новотроицкий трубопрокатный завод» Савельев П.И., студент группы БТТ-20з.....	56
Проектирование системы отопления рабочей столовой АО «Новотроицкий трубопрокатный завод» Сартаев Ж.Г., студент группы БТТ-20з.	57
Модернизация системы отопления и кондиционирования здания УКК в условиях АО «Уральская Сталь» Филимошин А.А., студент группы БТТ-20з.....	58

РАЗДЕЛ IV

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Модернизация электропривода копра с ударной нагрузкой в условиях АО «Уральская Сталь» Абдрахимов А.К., студент группы БЭЭ-21	60
«Модернизация электропривода продольно-строгального станка 7210 в условиях АО «Орский завод ЭМИ» Антоненко Р.В., студент группы БЭЭ-21	62
Моделирование системы управления электропривода с релейными регуляторами Гаврилов А. Е., студент группы БЭЭ-21.....	64
Модернизация электропривода ленточного вакуумного фильтра в условиях АО «Новотроицкий завод хромовых соединений» Качалов И.С., студент группы БЭЭ-21	66
Модернизация главного электропривода прокаточной печи в условиях АО «НЗХС» Максимова В.И., студент группы БЭЭ-21	67
Модернизация электропривода дымососа в условиях ЭСПЦ АО «Уральская Сталь» Комендантов Д.А., студент группы БЭЭ-21.....	70
Моделирование работы металлорежущего станка в программе SimInTech» Марийчин Е.В., студент группы БЭЭ-21	71
Модернизация электропривода отрезного станка INCOM в условиях АО «Рифар» Першин А.В., студент группы БЭЭ-21.....	73
Модернизация привода проборазделочной машины МПЛ-150М1Р в условиях углеподготовительного цеха АО «Уральская Сталь» Самохин А.Д., студент группы БЭЭ-21	74
Модернизация системы управления электропривода устройства обломки отливок в условиях АО «Рифар» Семенов С.А., студент группы БЭЭ-21.....	76

Модернизация электропривода токарно-винторезного станка ДИП-300 в условиях АО «Механический завод» Штырков А.А., студент группы БЭЭ-21	78
Модернизация станка торцевания труб линии резки Sormes в условиях АО «Рифар» Яковлев А.А., студент группы БЭЭ-21	80
Модернизация электропривода конвейера на производстве АО «Новотроицкий завод хромовых соединений» Яшников Д.Н., студент группы БЭЭ-21.....	81
Моделирование электропривода вертикально консольного фрезерного станка 6Р13 Архипов Н.А., студент группы БЭЭ-20з.....	83
Модернизация электропривода клетки редукционно-растяжного стана 330 в условиях АО «Новотроицкий трубопрокатный завод» Бескопильный Н.И., студент группы БЭЭ-20з.	84
Модернизация электропривода аппарата воздушного охлаждения в условиях ПАО «Орскиеннефтеоргсинтез» Кузнецов М.Г., студент группы БЭЭ-20з	85
Модернизация электропривода механизма передвижения мостового крана в условиях электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь» Курзаев А.Ю., студент группы БЭЭ-20з.....	87
Моделирование главного электропривода фрезерного станка 6Т83Ш Мукатаев М.С., студент группы БЭЭ-20з.....	89
Модернизация электропривода токарного станка ТСК 56-500 в условиях АО «Орский завод электромонтажных изделий» Соколенков В.С., студент группы БЭЭ-20з.....	91
Модернизация электропривода подъема экскаватора ЭШ 20/90 Степанникова М.О., студент группы БЭЭ-20з.....	92
Модернизация электропривода мембранного насоса DP-212-M80DSX (на примере ООО «РН-Ванкор») Терешкин С.А., студент группы БЭЭ-20з.....	94

Модернизация электропривода скипового подъемника доменной печи в условиях АО «Уральская Сталь» Челяпин В.Е., студент группы БЭЭ-20з.....	96
---	----

РАЗДЕЛ V

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Проектирование установки для удаления грата с непрерывнолитой заготовки, получаемой на МНЛЗ № 1 электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь» Новиков И.М., студент группы БТМО-21	97
Проектирование оборудования для снижения расхода кокса в доменном цехе АО «Уральская Сталь» Родионов И.А., студент группы БТМО-21	99
Проектирование универсального подъемно-транспортного оборудования Каипов Н.Р., студент группы БТМО-20з	101
Реконструкция компрессора СТМ-4000 Домбаровского линейного управления магистральных газопроводов Котик А.В., студент группы БТМО-20з.....	103
Модернизация ленточного конвейера Sandwik установки производства серы ПАО «Орскнефтеоргсинтез» Лысенко А.В., студент группы БТМО-20з	105
Разработка технических решений по модернизации вибрационного грохота коксохимического производства АО «Уральская Сталь» Измайлов А.П., студент группы БТМО-20з	107
Разработка технических решений по модернизации станка «Incom» АО «Рифар» Мухаматдинов Р.В., студент группы БТМО-20з	108
Разработка технических решений по модернизации привода мельницы мокрого помола цеха №1 АО «НЗХС» Поздняков И.А., студент группы БТМО-20з.....	109
Разработка технических решений по модернизации выкатного пода нагревательной печи механического цеха АО «Уральская Сталь» Сырямина Е.Ю., студентка группы БТМО-20з.....	111

Разработка технических решений по модернизации оборудования вентилятора МНЛЗ-2 электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь» Снисаренко Н.С., студент группы БТМО-20з	113
Разработка технических решений по модернизации привода передвижения толкателя шлаковозов электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь» Щипакин Д.В. студент группы БТМО-20з	115
Разработка технических решений по модернизации транспортёра челнокового распределителя аглошихты агломашин АО «Уральская Сталь» Тылаев Н.А. студент группы БТМО-20з.....	117
Повышение ремонтпригодности уравнивающего устройства проводкового бруса клетки «КВАРТО» листопрокатного цеха №1 АО «Уральская Сталь» Алдебергенова Д.А., студентка группы БТМО -20з.....	119
Разработка технических решений по модернизации загрузочных столов методических печей листопрокатного цеха №1 АО «Уральская Сталь» Бережной В.А., студент группы БТМО-20	120
Разработка технических решений по модернизации тележки для перевозки промежуточного ковша на участке монолитной футеровки промежуточных ковшей электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь» Жульев С.А., студент группы БТМО-20з	121
Разработка технических решений по модернизации устройства для зачистки поверхности листового проката листопрокатного цеха №1 АО «Уральская Сталь» Кузнецов Н.Е., студент группы БТМО-20з	122
Разработка технических решений по модернизации привода тянущее – правильной машины МНЛЗ– 1 электросталеплавильного цеха АО «Уральская Сталь» Дураев А.А., студент группы БТМО-20з	123

РАЗДЕЛ VI

ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА

Программное обеспечение для теплового расчета медной стенки кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) №2 АО «Уральская Сталь» Алексеев В.В., студент группы БПИ-21	124
Разработка приложения по мониторингу выбросов вредных веществ в атмосферу в доменном цехе АО «Уральская Сталь» Ермаков М.А., студент группы БПИ-21.....	125
Разработка web-приложения для ресторана Ермаков М.А., студент группы БПИ-21.....	126
Изучение влияния различных типов сборщиков мусора на производительность приложений JVM Зубков В.Д., студент группы БПИ-21	127
Реализация backend в системах управления промышленного предприятия на JAVA SPRING BOOT Корсаков В.А., студент группы БПИ-21	129
Разработка коллекции микросервисов на java spring boot для систем управления промышленного предприятия Кравченко В., студент группы БПИ-21.....	131
Разработка ПО для шифрования сообщений с использованием гибридной криптографии и сетевого взаимодействия Кугот Д.В., студент группы БПИ-21	132
Разработка web-приложения вибромониторинга скиповых лебёдок доменной печи Лукьянчикова О.В., студентка группы БПИ-21	133
Компьютерное моделирование теплового состояния асинхронного двигателя с фазным ротором Орлов Н.К., студент группы БПИ-21	134
Разработка телеграм-бота для автоматизированного контроля заполнения учебных аудиторий Черкас А.В., студент группы БПИ-21	136

Разработка АИС планирования и отчетности МУП «НовГорТранс» Шинкарева Н.Ю., студентка группы БПИ-21	137
---	-----

НАУКА – ЭТО ТЫ!

**Сборник трудов
студенческой научно-технической конференции**

**Выпуск 14
2025**

Компьютерная верстка П.В. Гавриш

Формат 60X84 1/16. Бумага писчая.

Плоская печать. Уч.-изд.л. 18,625.

Тираж 100 экз.

Тезисы конференции публикуются в авторской редакции

НФ НИТУ «МИСИС»

462359, Оренбургская обл., г. Новотроицк, ул. Фрунзе, дом 8
