

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника (бакалавриат)

Кафедра электропривода и электрооборудования

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Электропривод постоянного тока агрегационной машины	
УДК 62-83-523:622.788.36	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Казаков Максим Олегович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гнеушев Виталий Викторович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дементьев Юрий Николаевич	Кандидат технических наук, доцент		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт электронного обучения
 Направление подготовки – Электроэнергетика и электротехника
 Кафедра электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой _____ Ю.Н. Дементьев
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г10	Казакову Максиму Олеговичу

Тема работы:

Тема работы:	
Электропривод постоянного тока агломерационной машины	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2533/С от 01.04.2016 г..

Срок сдачи студентом выполненной работы:	23.05.2016г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Материалы преддипломной практики, техническая литература, техническая документации
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Введение; описание технологического процесса; обоснование и выбор системы электропривода; выбор элементов и расчет параметров силового канала регулируемого электропривода; синтез и анализ линеаризованной системы автоматического управления регулируемого электропривода; синтез и анализ нелинейной САУ РЭП; функциональная схема электропривода; разработка и исследование математической модели электропривода социальная ответственность проекта; финансовый менеджмент; заключение.
Перечень графического материала	- схема кинематическая; - схема электрическая принципиальная; -схема электрическая функциональная; - схема электрическая структурная; - демонстрационный лист; - технико-экономические показатели;

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.03.2015г.
---	--------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Гнеушев Виталий Викторович			11.04.2016г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Казаков Максим Олегович		11.04.2016г.

Реферат

В данном дипломном проекте был произведен расчет и выбор силового оборудования для электропривода агломерационной машины.

Результатом расчета является выбор электродвигателя постоянного тока Д-818 на 85 кВт; трансформатора; нереверсивного тиристорного преобразователя.

Для управления электроприводом принята одно-зонная система автоматического регулирования, для которой рассчитаны параметры датчиков и регуляторов. Разработаны схемы управления и защит.

Расчет переходных процессов электропривода произведен с помощью ЭВМ.

В разделе “Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение” работы произведен экономический расчет разработки и выполнения научно-технического проекта, и проведение монтажно-наладочных работ.

В разделе “Социальная ответственность” проекта освещены вопросы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности при работе с электрооборудованием агломерационной машины. Произведен расчет искусственного освещения.

Пояснительная записка к дипломному проекту содержит 121 с страниц машинного текста. 25 рисунков, 1 диаграмма, 26 таблицы и приложение.

. Пояснительная записка ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word , также использовались программы MathCad 13, Matlab.

Введение

Современное металлургическое производство является крупным потребителем электрической энергии. Развитие металлургического производства характеризуется постоянным ростом потребления электроэнергии на тонну выпускаемой продукции. В электрификации черной металлургии особое место занимает электрический привод, так как удельный вес непрерывно растущего потребления электроэнергии на двигательную силу достигает в ней около 80%.

Автоматизация технологических процессов, повышая эффективность производства, увеличивает производительность оборудования, снижает эксплуатационные расходы, создает экономию электроэнергии, сырья, тем самым, обеспечивая экологическую чистоту и улучшение качества всего производства.

Современный автоматизированный электропривод – это высоконадежная и экономичная электромеханическая система, способная полностью обеспечить автоматизацию любого технологического процесса, достигнуть высокого быстродействия и точности при своей работе, улучшить условия труда обслуживающего персонала.

На современном этапе технологического развития существенно возрастает роль автоматизированного электропривода, который в значительной мере стал определять прогресс в областях техники и технологии, связанных с воспроизводством механических движений, получаемых путем электромеханического преобразования энергии.

Энергетическую основу аглоизвесткового производства составляет электрический привод, технический уровень развития которого определяет эффективность работы технологического оборудования цехов и основными направлениями развития которого являются, повышение экономичности и надежности работы. Это достигается путем усовершенствования

электродвигателей, преобразователей, аналоговых и цифровых средств управления, коммутационной аппаратуры и элементов защиты.

Применение тиристорного преобразователя позволяет повысить быстродействие, увеличить надежность, долговечность привода и, как следствие повысить производительность труда и качество продукции. Применение тиристорного привода позволяет уменьшить энергоемкости работ, увеличить быстродействие за счет сокращения времени переходных процессов и времени на настройку, повысить качество продукции – за счет улучшения таких показателей, как плавность регулирования, повышение коэффициента использования оборудования.

1 Проектно-пояснительная часть

1.1 Объект автоматизации. Назначение. Общий вид. Параметры и характеристики

Железородная часть шихты, используемая в доменном процессе, подлежит окусковыванию, которое осуществляется двумя способами: агломерацией и окомковыванием (окатыванием).

Агломерацией называется термический процесс окусковывания рудных материалов путем их спекания с целью придания формы и свойств, необходимых для доменной плавки. Процесс агломерации осуществляется на агломерационных машинах.

Сущность процесса агломерации сводится к спеканию на агломерационных машинах исходного сырья, смешанного с топливом и различными добавками (известняком, доломитом, и т. д.), ускоряющими процесс спекания. В процессе агломерации из руды удаляются вредные для чугуна примеси (серы, фосфора, мышьяка и т. п.).

Применение агломерата ускоряет процесс плавки чугуна в доменных печах, при этом снижается расход кокса, а производительность доменной печи повышается на 15-20%.

Производственные процессы на агломерационных фабриках характеризуются непрерывностью, что создает благоприятные условия для их полной механизации и комплексной автоматизации.

Меняющийся состав исходного сырья, сложность физико-химических процессов, наличие большого количества внешних возмущающих воздействий (смерзание руды зимой, зависание материалов в бункерах, завалка течек, сход ленты и т. п.) предъявляют к системам автоматического управления ряд специфических требований.

Аглодоменное производство характеризуется непрерывным высокомеханизированным процессом, в котором участвует большое число технологически связанных механизмов. Конвейеры, питатели и другие

транспортные механизмы и устройства аглоцеха объединены в поточно-транспортную систему (ПТС), имеющую централизованное автоматизированное управление

Механизмы ПТС заблокированы между собой, благодаря чему осуществляется последовательность пуска их в направлении, обратном грузопотоку, автоматическая остановка всех предыдущих механизмов (считая от начала линии) при остановки одного из них во избежании завала и т. п.

В аглоцехе широко применяется диспетчерское централизованное управление ПТС, оснащенное средствами программирования, телемеханики, и вычислительной техники. Централизованная система управления механизмами поточного производства предусматривает три режима управления: централизованное со щита оператора; местное для производства ремонтных работ, а также местное заблокированное для наладочных работ и на случай выхода из строя системы централизованного управления.

Режимы управления можно выбирать централизованно для всех механизмов участка, пользуясь общим для всех механизмов избирателем управления, установленным на щите оператора, либо индивидуальным для каждого механизма избирателем управления, или путем установки избирателя управления на блоках управления этими электродвигателями. Индивидуальный выбор режимов управления механизмами позволяет переводить отдельные механизмы на тот или иной режим управления, не нарушая централизованное управление участком. Это особенно важно для разветвленных участков с несколькими трактами, поскольку дает возможность при централизованном управлении участком на местном или местном заблокированном режимах, управления осуществлять ремонтные и наладочные работы отдельных механизмов. Однако индивидуальный выбор режимов управления механизмами требует многочисленных приборов и больших капитальных затрат. Поэтому при небольшом числе механизмов на участке его не используют. Для обеспечения безопасности обслуживания предусматривают различные виды сигнализации: предупредительную, предупреждающую персонал о предстоящем

пуске механизмов; предупреждающую, сигнализирующую отклонение от нормального состояния отдельных автоматизированных узлов поточного производства; аварийную, сигнализирующую об аварийной остановке механизмов, и др.

Используют как мало проводные схемы с шаговыми искателями и другими элементами телемеханики, так и более простые много проводные схемы, в которых избирание и управление механизмами осуществляется с помощью ключей и кнопок.

Высокое качество агломерата и максимальная производительность агломашины обеспечивается при автоматизации и оптимизации технологического процесса, когда создаются условия для поддержания постоянства состава и физико-механических свойств шихты, заданной высоты слоя шихты на спекательных тележках, постоянной оптимальной влажности шихты, постоянного соотношения газ-воздух и температуры горна, регулирование скорости движения ленты в зависимости от вертикальной скорости спекания с таким расчетом, чтобы процесс спекания заканчивался над предпоследней вакуум-камерой и т.п.

1.2 Механизм. Назначение. Кинематическая схема. Параметры

В процессе агломерации исходные шихтовые материалы вначале усредняют по содержанию железа, затем дозируют, смешивают между собой и топливом (коксом), увлажняют и расстилают слоем заданной толщины (около 0,35м) на непрерывно движущихся колосниках, которые перемещаются по кольцевому рельсовому пути. Через образованный слой шихтовых материалов продувается воздух с помощью мощных дымососов (экстауэтеров) с целью полного выгорания коксика по всей толщине рабочего слоя и получения пористой структуры агломерата, необходимой для доменной плавки.

Преимущественное распространение получили агломерационные машины серии АКМ. Основным узлом агломашины конвейерного типа является спекательная тележка, на которой укреплены колосники. Тележки

перемещаются по направляющим рейкам. В конце горизонтального пути тележки опрокидываются, выгружая агломерат, и скатываются к головной части машины. Здесь специальные зубчатые колеса захватывают грузовые ролики тележки и, поднимая их на уровень верхнего пути, продвигают вперед все тележки. Лента приводится в движение зубчатыми колесами через редуктор от электродвигателя постоянного тока.

Одним из условий получения качественного агломерата является обеспечение соответствия между скоростью агломашины и скоростью спекания шихты, которая зависит от высоты ее слоя, влажности, состава и др. Кроме того, скорость движения аглоленты должна быть согласована с работой питателя, подающего на нее шихту.

Кинематическая схема механизма агломашины представлена на рисунке 1.

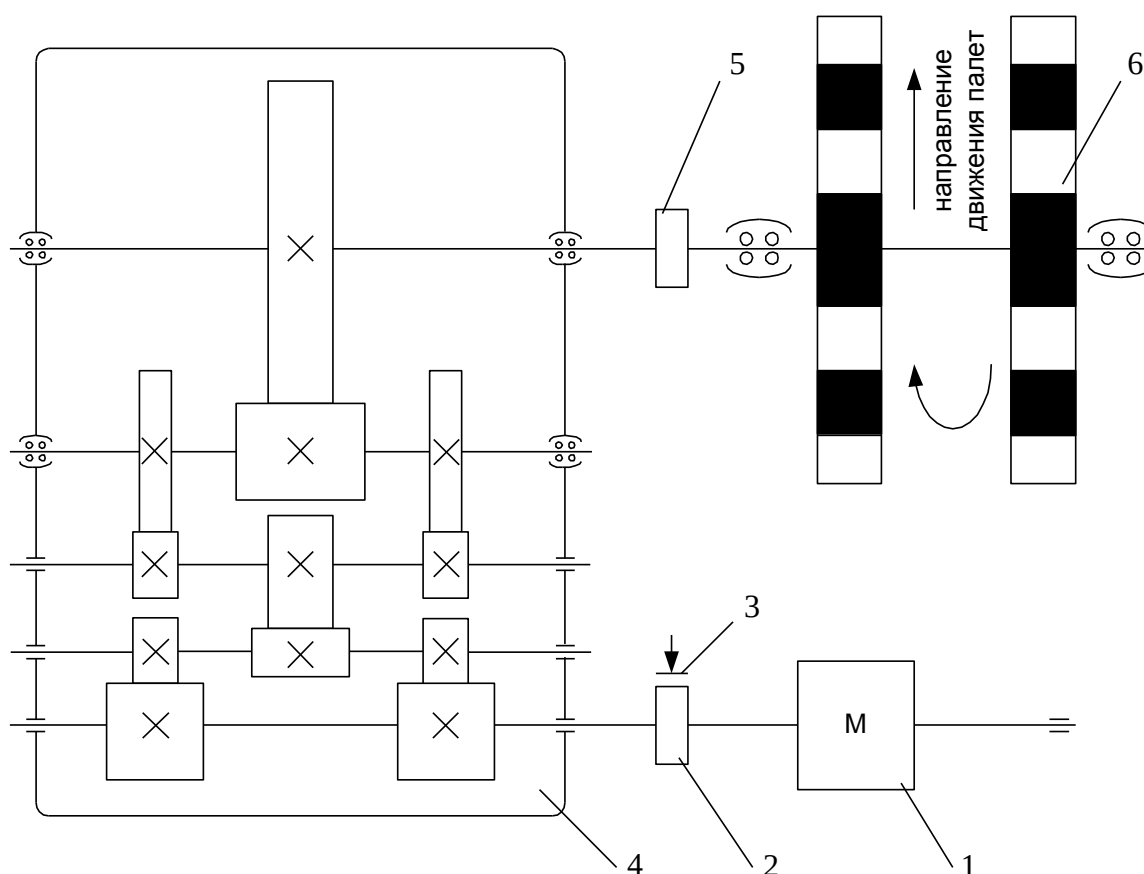


Рисунок 1.- Кинематическая схема механизма агломашины.

Состав механизма 1 двигатель, 2 электромагнитная муфта, 3
электромагнитный тормоз, 4 четырёх ступенчатый редуктор, 5 муфта и 6
паллета.

1.3 Технологический процесс. Параметры и характеристики. Требование к электроприводу механизма и автоматизации

1.3.1 Технологический процесс цеха агломерации.

Все исходные материалы подвозятся к цеху в саморазгружающихся вагонах и хранятся в соответствующих бункерах.

Цех в своем составе имеет:

- участок дробления топлива;
- участок дробления известняка;
- дозировочное отделение;
- спекательное отделение;
- отделение охлаждения и сортировки агломерата.

Участок дробления топлива

На участок дробления кокса поступает кокс фракцией(25-40) мм около 1 % , фр.(10-25)мм до 10% и основная (отсев с КХП и доменного цеха) фр. 10 мм – 90%.

Площадь склада топлива разбивается на два квадрата по длине. В одном квадрате формируется штабель, в это время из заранее сформированного штабеля производится забор усредненного топлива. Постоянный технологический запас топлива на складе должен составлять 5-7 тыс. тонн.

Дробление топлива для агломерации производится в две стадии: на коротко конусной дробилке КМД-1750 до крупности 15 мм, а затем на четырех валковых дробилках типа ДТ900*700 до крупности 3мм.

Со склада усредненное топливо подается через перегрузочный узел N 16

в корпус дробления на инерционный грохот. Надрешетный продукт грохочения, классы крупностью более 15мм, поступают по конвейеру ДТ-2 в конусную дробилку, а подрешетный (фракция менее 15мм) – конвейерами П16-2, ИТ-1 подается в бункера корпуса измельчения топлива.

Для нормальной работы конусной дробилки необходимо обеспечить равномерное распределение топлива вокруг дробящего конуса. Разгрузочная щель дробилки устанавливается на уровне 8-12мм. Во избежании попадания металла в конусную дробилку, на конвейерах ИТ-1 и П16-1 установлены электромагнитные металлоискатели.

В случае остановки дробилки на ремонт, топливо фракция менее 15мм попадает в корпус измельчения топлива (КИТ). Измельчение топлива производится четырех валковыми дробилками, которых в корпусе имеется 6 шт., установлены бункера емкостью 50 м³ каждый. Загрузка их топливом производится реверсивным передвижным конвейером ИТ-2. Из бункеров топливо выдается через питающие воронки с затворами шиберного типа на ленточные конвейера, подающие топливо в дробилки. Для предупреждения попадания металла в дробилки на загрузочных конвейерах установлены электромагнитные металлоискатели.

Для обеспечения качественного измельчения топлива валки должны иметь равномерный износ. Зазор как между верхними, так и между нижними валками устанавливается равномерный по всей длине и должен быть между верхними валками 4-6мм, между нижними – 1-1,5мм.

Подготовленное для агломерации топливо представляет собой измельченный продукт крупностью менее 3мм. Содержание классов крупностью 3мм в готовом топливе не должно превышать 9%. Чрезмерное измельчение топлива так же вредно, как и недоизмельчение, поэтому содержание классов в нем менее 0,5мм должно быть минимальным.

Контроль качества подготовленного топлива для агломерации проводится путем отсева проб топлива, отбираемых работниками отдела технического

контроля (ОТК).

Участок дробления известняка

Подача известняка в корпус дробления осуществляется конвейером ДИ-1, загрузка бункеров молотковых дробилок – конвейером ДИ-3.

Дробление известняка производится на молотковых дробилках типа ДМ РИЭ-10*10, работающих в замкнутом цикле с инерционными грохотами 173ГР, на которых отсеивается фр. менее 5мм. Во избежание попадания металла в дробилку на конвейерах ДИ-1, ДИ-2 установлены металлоискатели и подвесные электромагниты.

Для равномерной загрузки дробилок на каждую предусмотрен бункер емкостью 15 т, оборудованный питателем. Загрузка известняка на дробилку, в зависимости от его крупности и качества оборотного продукта, регулируется при помощи изменения скорости ленты питателя, реечного затвора и шибера. Качество дробления обеспечивается величиной зазора между колосниками решетки и молотками ротора. Зазор между колосниками колосниковой решетки должен составлять 8-10мм.

Дробленый известняк из под молотковой дробилки конвейером СОИ-1 подается в бункера грохотов через двух рукавную загрузочную тележку (автостеллу). На грохотах сортировки известняка устанавливаются плетеные сита с размером ячейки 5мм. После грохочения готовый известняк фракция 5мм подается на бункера шихты по конвейерам П20-1,Ш-10. Известняк крупностью свыше 5мм (надрешетный продукт) конвейерами ДИ-2, ДИ-3 направляется в бункера молотковых дробилок.

Крупность известняка в готовом продукте не должна превышать 5мм, причем содержание фракции 5мм допускается не более 4%. Ситовый состав известняка контролируется ОТК.

Дозировочное отделение

Основное назначение дозировки, обеспечить получение агломерата заданного качества с постоянными физико-химическими свойствами.

Дозировка агломерационной шихты заключается в поддержании заданного соотношения и количества между компонентами шихты. По технологической схеме агломерации дозирование компонентов шихты (коршуновского концентрата, смеси руд, окалины, марганцевых добавок, флюса и части топлива) производится в шихтовом отделении, дозирование возврата – в корпусе первичного смешивания (КПС), окончательное дозирование топлива производится в аглокорпусе.

В дозировочном отделении работает система автоматического дозирование компонентов шихты.

На каждую машину шихта дозируется ленточными дозаторами (известняк, аглоруда, коксик) и тарельчатыми питателями (железорудный концентрат и добавки) из 19 бункеров емкостью 70м^3 каждый.

Шихта из дозировочного отделения поступает в КПС, где смешивается с возвратом. Дозирование возврата в шихту каждой агломашины производится тарельчатыми питателями из общего бункера возврата объемом 500м^3 .

В общий бункер поступают: возврат, выделяемый на самобалансных грохотах горячего агломерата после дробления аглоспека; холодный возврат, выделяемый на самобалансных грохотах охлажденного и сортировки постели; отсев агломерата из газовых коллекторов агломашин.

Шихта с возвратом смешиваются в барабанных смесителях отдельными для каждой машины. В смесителях происходит перемешивание всех видов шихты, подогрев шихты за счет горячего возврата и первоначальное ее увлажнение.

Спекательное отделение

Окомковывание шихты производится в окомкователях ОВ6-3,2-12-5, которые установлены в аглокорпусе над каждой агломашинной. Там производится окончательное перемешивание шихты с добавочным топливом, увлажнение и окомковывание. Увлажнение шихты в окомкователях производится эвольвентными форсунками, позволяющими получать тонкое распыление воды.

Часть топлива вводят в аглошихту в корпусе шихтовых бункеров. Затем содержание углерода в обоих слоях шихты доводится до требуемого уровня дозированием дополнительного топлива в аглокорпусе перед смесителями-окомкователями, для чего на каждой агломашине имеется по 5 бункеров емкостью 50м^3 (два для нижнего и три для верхнего слоя).

Шихта укладывается на предварительно уложенную постель. Постель представляет собой мелкий агломерат фракцией 20-23мм, который выделяется на самобалансных грохотах охлажденного агломерата с добавлением просыпи из под охладителей. Этот продукт подвергается дополнительной классификации в узле сортировке постели на пневмокласификаторе. Количество постели, загружаемое на колосниковую решетку, зависит от скорости агломашинной и должно быть таким, чтобы слой постели составлял не менее 20мм. Количество постели контролируется по показаниям весов на конвейере П8-3. Регулирование количества постели производится сокращением или добавлением щелей на грохотах.

Загрузка шихты на агломашинную осуществляется через барабанный питатель. Питатель находится над загрузочным бункером. Равномерное распределение шихты в загрузочном бункере в направлении, перпендикулярном оси агломашинной, достигается при помощи передвижных конвейеров, работающих в челноковом режиме.

Высота слоя шихты на агломашинах устанавливается в зависимости от степени подготовки шихты и соответствии тяговых средств может меняться от 300 до 500мм.

Загрузка шихты двухслойная. Нормальное соотношение между верхним и нижним слоями при высоте слоя до 400мм должно составлять 1/2, при высоте более 400мм – 1/3.

На всех агломашинах чугунные колосники спекательных тележек заменены на стальные, часть из которых изготавливается на комбинате штампованием.

Зажигание шихты является начальной стадией процесса спекания и от правильной организации его зависят производительность агломашин и качество агломерата по механической прочности. Спекание подготовленной шихты является основным этапом в технологии получения качественного агломерата и осуществляется за счет горения углерода топлива в слое шихты и формирования жидкой фазы.

Агломерационный процесс является весьма совершенным по использованию тепловой энергии топлива за счет регенерации тепла. Поэтому несмотря на небольшое содержание топлива в шихте (3,5-4,5%), при правильной организации процесса спекания в зоне горения топлива развивается температура до 1450-1500С⁰, при которой происходит плавление и формирование жидкой фазы.

Скорость движения спекательных тележек регулируется агломератчиком в зависимости от вертикальной скорости спекания таким образом, чтобы спекание заканчивалось на предпоследней вакуум-камере.

Вертикальную скорость спекания можно определить по формуле:

$$V_B = (H \cdot V_T) / L$$

где H – высота слоя шихты, мм;

V_T – скорость движения палет, м/мин;

L – длина площади просасывания, м;

Скорость движения палет должна быть временно снижена при следующих режимах спекания:

- недостаток или избыток влаги в шихте;
- ухудшение подготовки смешивания и окомковывания шихты;
- уплотнение шихты при загрузке;
- снижение температуры подогрева шихты;
- работа без постели;
- избыток углерода в шихте.

После снижения скорости движения палет принимают все необходимые меры к устранению причин.

Для получения наибольшей производительности агломашины следует стремиться использовать полную мощность эксгаустеров. В исключительных случаях (при аварии или ремонте эксгаустера) с разрешения начальника цеха допускается работа агломашины с одним эксгаустером. При работе одним эксгаустером необходимо уменьшить общую высоту слоя шихты до 250-300мм и откорректировать расход топлива.

Высокопроизводительная работа доменных печей достигается в том случае, когда используется агломерат крупности фракцией в пределах 5-30мм, что достигается соответствующим дроблением и грохочением агломерата.

Охлаждение и сортировка агломерата

Транспортировка агломерата в доменный цех осуществляется конвейерами с резиновой лентой. В целях исключения случаев загорания ленты, а также по санитарно-техническим требованиям, агломерат должен охлаждаться до $100-120^{\circ}\text{C}$. Дробленый агломерат охлаждается на прямолинейных охладителях ОП-315 с продувом воздуха снизу.

На агломашине №1 для подачи агломерата на охладитель применяется схема обратной загрузки. Охлажденный агломерат после охладителей вначале поступает на стационарный грохот, где отделяется фр. Более 30мм, и затем направляется в доменный цех, а фр. Менее 30мм поступает на самобалансный грохот, на котором вначале отделяется мелочь (менее 5мм), а затем "постель" крупностью 5-13мм. Мелочь подается в КПС, а "постель" укладывается на колосники спекательных тележек агломашин.

Готовый агломерат по конвейерным трактам подается в доменный цех. Перед загрузкой в скип доменной печи из агломерата отделяется класс менее 5мм, который в смеси с холодным возвратом направляется в КПС.

1.3.2 Описание. Параметры и характеристики. Требование к электроприводу механизма и автоматизации

Система электропривода агломерационной машины должна удовлетворять следующим основным требованиям: диапазон регулирования скорости 1:5; точность поддержания скорости во всем диапазоне регулирования 5%. Система регулирования скорости автоматическая, в функции сигналов технологических датчиков. Должны быть обеспечены также автоматическое поддержание величины тормозного момента, предварительный выбор зазора между палетами в верхней ветви ленты, фиксация палет на звездочках во время остановки машины и т. п. Схема должна обеспечивать также подрегулирование скорости барабанного и тарельчатого питателей.

Указанным требованиям удовлетворяет ЭП постоянного тока, выполненный по системе тиристорный преобразователь – двигатель (система ТП-Д).

Для ЭП большинства механизмов аглоцеха, в том числе ПТС, используются в основном асинхронные электродвигатели напряжением 380 В, мощностью до 250 кВт. Двигатели с фазным ротором используются для конвейеров большой протяженностью. Для эксгаустеров используются

синхронные электродвигатели напряжением 10кВ, мощностью 5МВт.

Включение в работу механизмов потока агломашины осуществляется в строго определенной последовательности, что обеспечивается соответствующими блокировками. Например, перед пуском агломашины включается насос масла смазки и дробилки агломерата. Питатели включаются и останавливаются одновременно с агломашиной и т. д.

1.4 Обоснование и выбор рода тока, типа электропривода и способа регулирования координат, выбор вида автоматизации технологического процесса

1.4.1 Сравнительный анализ приводов постоянного и переменного тока

Выбор системы электропривода является одним из важнейших этапов процесса проектирования, так как от этого будет зависеть технико-экономический успех проекта, что в условиях жесткой конкурентной борьбы является его “путевкой в жизнь”. Поэтому необходимо проанализировать различные системы электропривода и выбрать ту, которая в большей степени будет удовлетворять технологическим и экономическим требованиям, предъявляемым к электроприводу.

Дадим сравнительный анализ приводов постоянного и переменного тока.

Несмотря на то, что асинхронные двигатели не требуют таких больших капиталовложений, как двигатели постоянного тока, в нашем случае следует отдать предпочтение именно двигателям постоянного тока, так как:

- двигатели постоянного тока имеют большую перегрузочную способность (до $6 M_H$), чем асинхронные двигатели (не более $3 M_H$);
- двигатели постоянного тока имеют более мягкую механическую характеристику, что дает более короткое время разгона механизма; при малых статических моментах двигатель постоянного тока развивает большую скорость, чем асинхронный двигатель;

- электрическое торможение у двигателей постоянного тока осуществляется проще и дает результаты лучше, чем у асинхронных двигателей;

- аппаратная реализация и математическое описание законов управления электроприводов постоянного тока значительно проще, чем у приводов, работающих на переменном токе. Важно отметить, что стоимость аппаратуры управления электроприводов переменного тока значительно превышает стоимость аппаратуры управления приводов постоянного тока.

Таким образом, мы пришли к выводу, что в качестве электропривода агломерационной машины целесообразно будет использовать электропривод постоянного тока.

1.4.2 Обоснование и выбор способа регулирования координат

Немаловажным аспектом в процессе проектирования является выбор системы регулирования координат. Для электроприводов большой мощности обычно используют следующие системы:

- система генератор-двигатель (Г-Д);
- система тиристорный преобразователь-двигатель (ТП-Д);
- система преобразователь частоты - асинхронный двигатель.

Рассмотрим достоинства и недостатки каждой из систем.

С давних пор и до настоящего времени для возбуждения генераторов в системе Г-Д использовались силовые реверсивные магнитные усилители – устройства простые надежные, но несовершенные. Низкий КПД (около 35%), большие габариты, низкое быстродействие, невысокий коэффициент усиления и ряд других недостатков не позволяли реализовать требуемое быстродействие привода. В последние годы они заменяются на реверсивный тиристорный преобразователь ТВГ и обмотку возбуждения синхронного двигателя, которая раньше подключалась к нерегулируемому источнику, обеспечили для целей

автоматического регулирования нереверсивным тиристорным возбудителем ТВС. Применение микроэлектроники в системе управления обеспечивает быстродействие и точность системы Г-Д на уровне, не уступающем системе ТП-Д. К достоинствам системы Г-Д по сравнению с системой ТП-Д относится отсутствие искажений потребляемого из сети тока и относительно небольшое потребление реактивной мощности даже при асинхронном приводном двигателе. У тиристорного преобразователя эти показатели несколько хуже, так как $\cos\phi$ изменяется в широких пределах, значительно искажается форма потребляемого из сети тока. Для коэффициента мощности применяют регулируемые фильтрокомпенсирующие устройства ФКУ. Однако, введение этих устройств ухудшает в 1,5-2 раза массогабаритные показатели системы ТП-Д и увеличивает ее стоимость. Важным достоинством системы ТП-Д является ее высокий КПД. Потери энергии в тиристорах при протекании номинального тока составляют 1-2% номинальной мощности электропривода. Поэтому даже с учетом потерь в реакторе и трансформаторе КПД преобразователя достаточно высок.[5].

Оценивая экономичность систем, можно сказать, что массогабаритные и энергетические показатели системы Г-Д определяются необходимостью присущего этой системе трехкратного электромеханического преобразования энергии в трех входящих в эту систему электрических машин: ПД, Г и Д. Как следствие, установленная мощность машин привода возрастает втрое, и благоприятные регулировочные возможности достигаются ценой существенных дополнительных затрат меди, высококачественной стали и труда. Установка вращающегося преобразовательного агрегата требует сооружения специального фундамента, центровки агрегата, тщательной настройки коммутации тока коллектором генератора и т.д. В эксплуатации вращающийся преобразовательный агрегат, особенно его подшипники и коллектор генератора требуют большого внимания и ухода, что увеличивает эксплуатационные затраты [3].

Таким образом, мы приходим к выводу, что в сравнительном варианте использования нереверсивного преобразователя преимущества статического перед вращающимся говорят в пользу системы тиристорный преобразователь – двигатель.

Что касается электропривода переменного тока, то следует отметить следующее: он в полной мере отвечает предъявляемым техническим требованиям, но отличается повышенной сложностью и более высокой стоимостью.

1.4.3 Условия и режим работы, требования к электроприводу

Выбор рода тока и типа электропривода производится исходя из целого ряда условий, предъявляемых к режиму работы исполнительного механизма.

Одним из условий получения качественного агломерата является обеспечение соответствия между скоростью движения аглоленты и скоростью спекания шихты, которая зависит от высоты ее слоя, влажности, состава и др. Кроме того, скорость движения аглоленты должна быть согласована с работой питателя, подающего на нее шихту.

Система электропривода агломерационной машины должна удовлетворять следующим основным требованиям: диапазон регулирования скорости 1 : 10; погрешность поддержания скорости во всем диапазоне регулирования не более 10%. Система регулирования скорости автоматическая, в функции сигналов технологических датчиков. Должны быть обеспечены также автоматическое поддержание величины тормозного момента, предварительный выбор зазора между спекательными тележками в верхней ветви ленты, фиксация спекательных тележек на звездочках во время остановки машины.

Указанным требованиям удовлетворяет электропривод постоянного тока, выполненный по системе ТП–Д (тиристорный электропривод–двигатель).

1.5 Разработка технического задания

Разработать регулируемый электропривод агломерационной машины, удовлетворяющий следующим заданным техническим условиям и требованиям:

1. Род тока – постоянный;
2. Тиристорный преобразователь нереверсивный;
3. Напряжение питающей сети переменного трехфазного тока $U_c=6\text{кВ}$ с частотой $f_c=50\text{Гц}$;
4. Отклонение напряжения питающей сети от номинального значения $+10\%, -15\%$;
5. Нагрузка - реактивная;
6. Работа в длительном режиме;
7. Максимальная линейная скорость: $V_{\text{max}}=6.9\text{ м/мин.}$;
8. Диапазон регулирования скорости: $D=1:10$;
9. Статическая погрешность поддержания скорости вращения не более 10% ;
10. Время переходных процессов не более 10 с ;
11. Перерегулирование не более 20% ;
10. Сигнал управления – аналоговый $\pm 10\text{ В}$;
11. Допустимая перегрузка двигателя в переходных режимах: $I_{\text{мак}}/I_{\text{мин}} \leq 3.5$;
12. Коэффициент полезного действия 0.92 ;

2 Проектно-расчетная часть

2.1 Выбор электродвигателя по мощности, скорости и техническим условиям

По технологическим условиям для получения непрерывно качественного агломерата электропривод агломашины должен работать в длительном режиме, что облегчает расчет мощности электропривода и делает ненужным проверки электродвигателей. Расчет мощности привода агломашины состоит из двух основных этапов. Первый этап, расчет мощности двигателя привода аглоленты. Для облегчения расчетов распределим нагрузку по участкам агломашины, то есть, разделим агломашину на участки разной длины, что приведено на рисунке 2.

Окружные усилия на звездочке электропривода складываются из следующих усилий :

1. Усилия на подъем тележек на участке АБ;
2. Усилия на продвижение тележек на участке БД;
3. Усилия на продвижение тележек на участке ДС под горнами;
4. Усилия на преодоление трения в торцевых уплотнениях;
5. Усилия на продвижение тележек на участке СЕ;
6. Усилия от давления тележек на нижней наклонной части, направляющих средней части на участке НА.

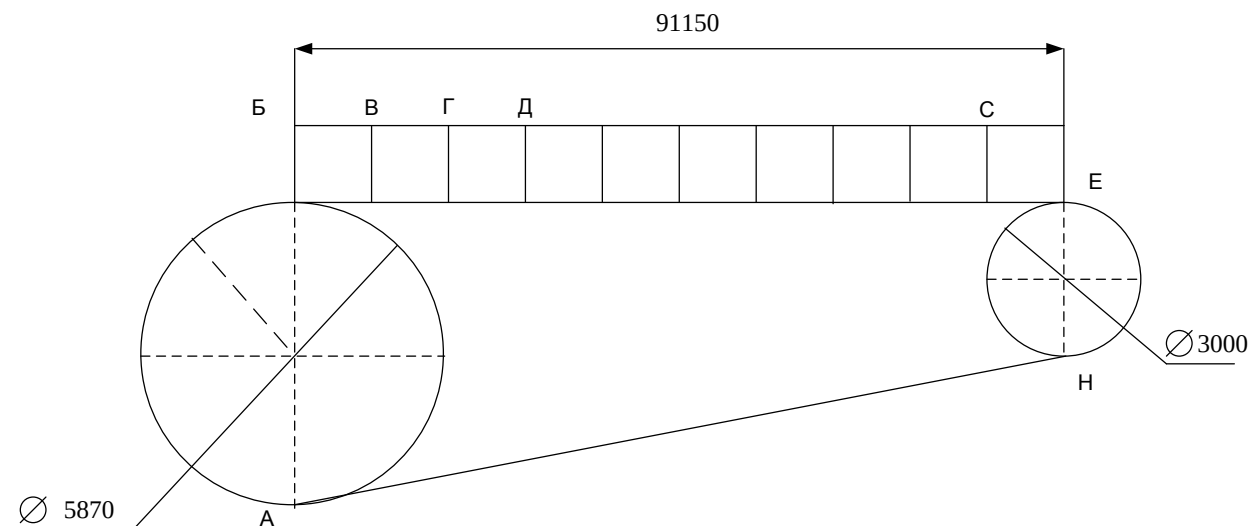


Рисунок 2. Распределение нагрузки по участкам агломашины.

Мощность главного привода ленты рассчитывается с учетом использования всей рабочей площади ленты машины только для спекания.

Сначала рассчитывается распределение спекательных тележек по ленте машины:

1. Количество незаполненных тележек на участке БВ рассчитывается по выражению

$$n_1 = \frac{L_{\text{БВ}}}{r} = \frac{2450}{1500} = 1.5 \text{ шт.}$$

где $L_{\text{БВ}}$ - длина участка БВ ($L_{\text{БВ}}=2450$ мм.);

r - радиус звездочки разгрузочной части ($r=1500$ мм.).

2. Количество тележек на участке ВГ и ГД, где насыпаются первый и второй слой шихты, рассчитывается по выражению

$$n_2=n_3= L_{\text{ВГ}} / r = 2.5 \text{ шт.},$$

где $L_{\text{ВГ}}$ - длина участка ВГ ($L_{\text{ВГ}}=3800$ мм.);

$L_{\text{ГД}}$ - длина участка ГД ($L_{\text{ГД}}=3800$ мм.).

3. Количество тележек на участке ДС, где происходит спекание, рассчитывается по выражению

$$n_4 = \frac{L_{\text{ДС}}}{r} = \frac{78000}{1500} = 52 \text{ шт.},$$

где $L_{\text{ДС}}$ - длина участка ДС ($L_{\text{ДС}}=78000$ мм.).

4. Количество тележек на участке СЕ, где происходит охлаждение

агломерата, рассчитывается по выражению

$$n_5 = \frac{L_{CE}}{r} = \frac{3150}{1500} = 2 \text{ шт.},$$

где L_{CE} - длина участка CE ($L_{CE}=3150$ мм.).

5. Количество тележек на участке АБ, рассчитывается по выражению

$$n_6 = \frac{3.14 \cdot D_{HO}}{2 \cdot r} = \frac{3.14 \cdot 5870}{2 \cdot 1500} = 6 \text{ шт.},$$

где D_{HO} - диаметр наружной окружности приводной звездочки ($D_{HO}=5870$ мм.).

6. Количество тележек на участке ЕН, рассчитывается по выражению

$$n_7 = \frac{3.14 \cdot D'_{HO}}{2 \cdot r} = \frac{3.14 \cdot 3000}{2 \cdot 1500} = 3 \text{ шт.},$$

где D'_{HO} - диаметр наружной окружности звездочки ($D'_{HO}=3000$ мм.).

7. Количество тележек на наклонной части агломашины на участке НА, рассчитывается по выражению

$$n_8 = \frac{L_M}{r \cdot \cos \alpha} = \frac{91150}{1500 \cdot 0.996} = 61 \text{ шт.},$$

где

L_M - длина агломашины по частям звездочки ($L_M=91150$ мм.);

α - угол наклона холостой ветви агломашины ($\alpha=1^\circ 5' 13''$).

8. Общее количество спекательных тележек на агломашине определяется по выражению

$$n = n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6 + n_7 + n_8$$

$$n=1.5+2.5+52+2+6+3+61=130 \text{ шт.}$$

Теперь определяем усилия на преодоление трения качения ходовых роликов по рельсам и трения в цапфах на горизонтальном пути.

1) На участке БВ это усилие определяется по формуле:выражению

$$A_1 = \frac{Q_T \cdot n_1 \cdot (\mu \cdot d + 2 \cdot f)}{D} \cdot \beta =$$

$$= \frac{688662.2 \cdot 2 \cdot (0.01 \cdot 11 + 2 \cdot 0.05)}{30} \cdot 1.3 = 1253 \text{ Н,}$$

где Q_T - вес порожней тележки ($Q_T=68866.2 \text{ Н}$);

n_1 - количество паллет на участке БВ ($n_1=2 \text{ шт.}$);

μ - приведенный коэффициент трения в подшипниках качения ($\mu=0.01$);

f - коэффициент трения качения роликов о рельсы путей направляющих ($f=0.05$);

β - коэффициент, учитывающий трение ребер роликового рельса путей ($\beta=1.3$);

D - диаметр ролика ($D=30 \text{ мм.}$);

d - диаметр подшипника качения ($d=11 \text{ мм.}$).

2) На участке ВГ тележки заправляются одним слоем шихты и усилия определяются по выражению

$$A_2 = \frac{\frac{Q_T}{2} + \frac{Q_2}{2} \cdot (\mu \cdot d + 2 \cdot f)}{D} \cdot \beta =$$

$$= \frac{(68866.2 + 38112/2) \cdot (0.01 \cdot 11 + 0.05 \cdot 2)}{30} \cdot 1.3 = 2000 \text{ Н,}$$

где

Q_2 - вес шихты на тележке, определяем по выражению

$$Q_2 = F \cdot H \cdot \gamma \cdot 9.81 = 6 \cdot 0.35 \cdot 1.85 \cdot 10^3 \cdot 9.81 = 38112 \text{ Н,}$$

где

F - площадь спекательной тележки ($F=6 \text{ м}^2$);

H - высота спекательного слоя ($H=0.35 \text{ м}$);

γ - плотность шихты ($\gamma=1.85 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$).

3) На участке ГД на тележки насыпается второй слой шихты, и усилие определяется по выражению

$$A_3 = \frac{(Q_T + Q_2) \gamma (H + 2H_f) \eta_3}{D} \cdot \beta = \frac{(68866.2 + 38112) (0.0141 + 0.052) 2.5}{30} \cdot 1.3 = 2434 \text{ Н.}$$

4) На участке ДС происходит спекание шихты, и усилие определяется по выражению

$$A_4 = \frac{(Q_T + Q_2 + p) \gamma (H + 2H_f) \eta_4}{D} \cdot \beta$$
$$A_4 = \frac{(68866.2 + 38112 + 64746) (0.0141 + 0.052) 2.5}{30} \cdot 1.3 = 81260 \text{ Н,}$$

где

p - давление на одну спекательную тележку от разряжения под ней, это давление определяется по выражению

$$p = p' \cdot 9.81,$$

где

p' - разряжение под спекательной тележкой ($p'=0.66 \cdot 10^4$).

$$p = 0.66 \cdot 10^4 \cdot 9.81 = 64746 \text{ Н}$$

5) На участке СЕ усилие определяется по выражению

$$A_5 = \frac{(Q_T + Q_2) \gamma (H + 2H_f) \eta_5}{D} \cdot \beta$$
$$= \frac{(68866.2 + 38112) (0.0141 + 0.052) 2.5}{30} \cdot 1.3 = 1947 \text{ Н.}$$

Подъемное усилие гидроуплотнения, которое действует на одну спекательную тележку, определяется по выражению

$$p'' = (2 \cdot b \cdot l \cdot p_y) - k = (2 \cdot 150 \cdot 1.9 \cdot 9.8) - 736 = 4856 \text{ Н,}$$

где

l - длина спекательной тележки ($l=150$ см) ;

b - ширина поверхности соприкосновения ($b=1.9$ см) ;

κ - вес пластин гидроуплотнения, приходящихся на одну спекательную тележку ($\kappa=736$ Н) ;

p_y - усилие гидроуплотнения ($p_y=9.8$ Н/см²).

Усилие на преодоление сопротивления движения спекательных тележек от гидроуплотнения на участке ДС определяется по выражению

$$A_6 = p'' \cdot n_4 \cdot \mu_1 = 4856 \cdot 52 \cdot 0.15 = 37876 \text{ Н},$$

где

μ_1 - коэффициент трения скольжения стали по чугуну при незначительной смазке поверхности скольжения ($\mu_1=0.15$) ;

Суммарное усилие, необходимое для продвижения спекательной тележки по верхнему горизонтальному пути, определяется по выражению

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 \\ = 1253 + 2000 + 2434 + 81260 + 1947 + 37876 = 126770 \text{ Н}.$$

Крутящий момент на приводной звездочке, для продвижения паллет по горизонтальному пути, определяется по выражению

$$M_1 = A \cdot R_{НО} = 126770 \cdot 2935 \cdot 10^{-3} = 372.1 \text{ кНм}.$$

Теперь определяем все усилия на подъем тележек на участке АБ, то есть на приводной звездочке. Этот момент определяется по выражению

$$M_2 = G \cdot R_{ПЛ} \cdot \sum_{1}^n \sin[\pi/n \cdot (b-1) + \alpha],$$

где

G - вес порожней тележки ($G=Q_T$) ;

$R_{ПЛ}$ - радиус линии подъема тележки—это расстояние от оси звездочки до центра тяжести порожней тележки, этот радиус определяется по формуле:

$$R_{ПЛ} = R_{ОР} + h_{ЦП} = 2.88 + 0.27 = 3.15 \text{ м},$$

где

R_{OP} - радиус оси роликов тележки, определяется по выражению

$$R_{OP}=R_{HO} \cdot \cos 10^{\circ}20' = 2.935 \cdot 0.984 = 2.88 \text{ м},$$

где

R_{HO} - радиус приводной звездочки ($R_{HO}=2.935$ м);

$h_{ЦП}$ - расстояние от оси роликов до центра тяжести порожней тележки ($h_{ЦП}=0.27$ м);

n - количество тележек на звездочке ($n=6$);

b - номер тележки, который меняется от 1 до 6;

α - угол поворота звездочки относительно заранее принятого начального положения.

Из исследования максимума функции, максимальный момент, который необходим для определения мощности привода будет при $\alpha=0$, при начальном угле равном $\pi/2 \cdot n$ имеем следующее выражение

$$\begin{aligned} M_2 &= G_T \cdot R_{ПЛ} \cdot \sum_1^n \sin\left(\frac{\pi}{n} \cdot (b - 0.5)\right) = \\ &= 68.8662 \cdot 3.15 \cdot [\sin(\pi/6 \cdot 0.5) + \sin(\pi/6 \cdot 1.5) + \sin(\pi/6 \cdot 2.5) + \\ &\quad \sin(\pi/6 \cdot 3.5) + \sin(\pi/6 \cdot 4.5) + \sin(\pi/6 \cdot 5.5)] = \\ &= 217 \cdot (\sin 15 + \sin 45 + \sin 75 + \sin 75 + \sin 45 + \sin 15) = \\ &= 838.6 \text{ кНм}. \end{aligned}$$

На рисунке 3. представлены следующие силы, действующие на тележку, находящуюся на нижней ветви агломашины.

1) Q_T - вес спекательной тележки ;

2) N - сила тяжести, действующая на пути направляющих, она определяется по формуле:

$$N = Q \cdot \cos 1^{\circ}5'15'' = 68866.2 \cdot 0.9998 = 68853.8 \text{ Н}$$

T - движущая сила, действующая на одну тележку, определяется по выражению

$$T = Q \cdot \sin 1^{\circ}5'13'' = 68866.2 \cdot 0.0189 = 1306 \text{ Н.}$$

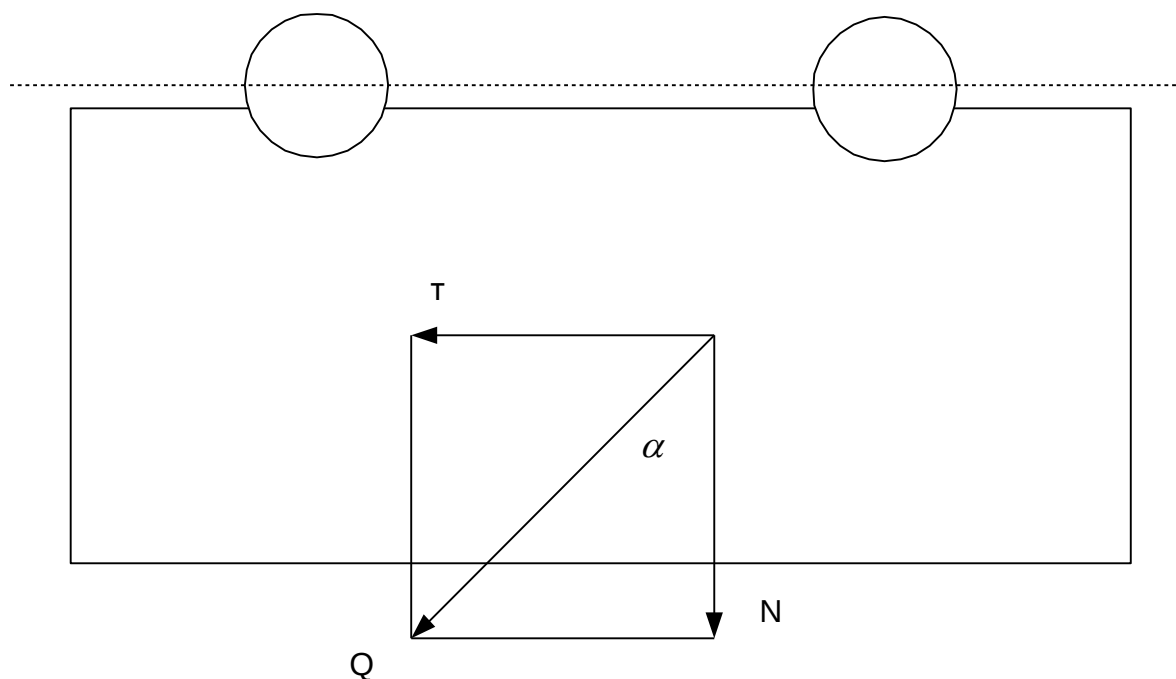


Рисунок 3. Распределение сил, действующих на тележку агломашины.

Сила сопротивления движению одной спекательной тележки определяется по выражению

$$T_1 = \frac{N(m\psi + 2\psi_f)}{D} \cdot \beta = \frac{68853.8(0.0141 + 2 \cdot 0.05)}{30} \cdot 1.3 = 626 \text{ Н.}$$

Скатываясь по наклонному пути спекательные тележки создают силу давления на зубья звездочек, способствующую приводному моменту, эта сила определяется по выражению

$$P_{изб} = (T - T_1) \cdot n_8 = (1306 - 626) \cdot 61 = 41480 \text{ Н.}$$

Теперь определим суммарный крутящий момент на приводной звездочке без учета влияния изменения момента на разгрузочной звездочке по выражению

$$M_{1\Sigma} = M_1 + M_2 - M_3 ,$$

где

M_3 - крутящий момент от избыточной силы давления на приводной звездочке, который определяется по выражению

$$M_3 = P_{изб} \cdot R_{но} = 41.48 \cdot 2.935 = 121.7 \text{ кНм}$$

$$M_{1\Sigma}=372.1 + 838.6 - 121.7=1089 \text{ кНм.}$$

Максимальный крутящий момент на разгрузочной части определяется по выражению

$$M_{\text{MAX}}=G_{\text{T}} \cdot R_{\text{ПЛ } 1,2} \cdot \sum_1^n \sin\left[\frac{\pi}{n} \cdot (b - 0.5)\right] \quad (2.1)$$

Момент на разгрузочной звездочке равен сумме моментов, определяется по выражению

$$M_{\text{p}}=M_{\text{MAX } 1} + M_{\text{MAX } 2}, \quad (2.2)$$

где

$M_{\text{MAX } 1}$ - момент, создаваемый груженными тележками, которые находятся на верхней ветви разгрузочной звездочки ;

$M_{\text{MAX } 2}$ - момент, создаваемый порожними тележками, находящимися на нижней ветви разгрузочной звездочки после сброса агломерата.

Определим расстояние от центра звездочки до центра тяжести порожней и груженной тележки, соответственно по выражениям

$$R_{\text{ПЛ1}}=R'_{\text{ор}} + k_{\text{цт1}}=1.4 + 0.44 =1.84 \text{ м};$$

$$R_{\text{ПЛ2}}=R'_{\text{ор}} + k_{\text{цт2}}=1,4 + 0,27 =1,67 \text{ м},$$

где

$R'_{\text{ор}}$ - радиус оси роликов, определяется по выражению

$$R'_{\text{ор}}= R'_{\text{но}} \cdot \cos 20^{\circ}30' =1,5 \cdot 0.9333=1,4 \text{ м}$$

$k_{\text{цт}}$ - расстояние до центра тяжести тележки от оси роликов, это расстояние разное для порожней и для груженной тележки;

$k_{\text{цт1}}$ - расстояние от оси роликов до центра тяжести груженной тележки ($k_{\text{цт1}}=0,44 \text{ м}$) ;

$k_{\text{цт2}}$ - расстояние от оси роликов до центра тяжести порожней тележки ($k_{\text{цт2}}=0,27 \text{ м}$).

Подставляя полученные данные, в (2.1), получим значения двух максимальных моментов при условии, что значения для каждого G различны:

$$M_{\max 1}=106,978805 \cdot 1,84[\sin \frac{\pi}{3}(1-0,5)+\sin \frac{\pi}{3}(2-0,5)]=295,3 \text{ кНм}$$

$$M_{\max 2}=68,8662 \cdot 1,67[\sin \frac{\pi}{3}(1-0,5)+\sin \frac{\pi}{3}(2-0,5)]=57,5 \text{ кНм}$$

Подставляя полученные значения моментов, в (2.2), находим значение момента на разгрузочной звездочке:

$$M_p=295,3+57,5=352,8 \text{ кНм.}$$

Наряду с максимальным крутящим моментом на звездочке создается и минимальный крутящий момент, который создается так же от двух тележек, он рассчитывается аналогичным образом:

$$M_{\min 1}=106,978805 \cdot 1,84 \cdot \sin 60^{\circ}=170,5 \text{ кНм;}$$

$$M_{\min 2}=68,8662 \cdot 1,67 \cdot \sin 60^{\circ}=99,6 \text{ кНм;}$$

$$M_{p \min }=170,5+99,6=270,1 \text{ кНм.}$$

При условии создания тормозной машиной постоянного момента, равному максимальному крутящему моменту на приводную звездочку, определяется тормозной избыточный момент, который равен:

$$M_{\text{изб}}=M_p-M_{p \min }=352,8-270,1=82,7 \text{ кНм.}$$

Избыточный момент создает на приводной звездочке дополнительное усилие, которое определяется по выражению

$$F_{\text{изб}}=M_{\text{изб}} / R'_{\text{но}}=82,7 / 1,5=54,9 \text{ кН.}$$

Дополнительный момент на приводной звездочке, создаваемый дополнительным усилием равен:

$$M_4=F_{\text{изб}} \cdot R_{\text{но}}=54,9 \cdot 2,935=161 \text{ кНм.}$$

Суммарный момент действующий на звездочке головного привода, определяется по выражению

$$M_{2 \Sigma}=M_{1 \Sigma}+M_4=1089+161=1250 \text{ кНм.}$$

Требуемая мощность привода головной части, определяется по выражению

$$P_{\text{тр}}=\frac{i_{2c} \cdot \eta_d}{9550 \eta_h} \cdot 1,2=\frac{1250 \cdot 0,406}{9550 \cdot 0,92}=69 \text{ кВт}$$

где

1.2 - коэффициент, учитывающий увеличение мощности в динамическом режиме ;

η - общий коэффициент полезного действия ($\eta=0.92$) ;

n_B - скорость вращения звездочки, определяется по выражению

$$n_B = \frac{V_T}{\pi \cdot D_{НО}} = \frac{6.9}{3.14 \cdot 5.870} = 0.372 \text{ об/мин},$$

где

V_T - скорость движения спекательных тележек ($V_T=6.9$ м/мин).

Максимальная скорость электропривода

$$n_{элмакс} = n_B \cdot i_{ред} = 0,372 \cdot 1448 = 538,13 \text{ об/мин}$$

или

$$\omega_{элмакс} = \frac{\pi \cdot n_{элмакс}}{30} = 56,35 \text{ рад/с}$$

Момент инерции механизма приведенный к валу двигателя определяется по выражению

$$J_{МЭХ ПР} = m \cdot (V_T / \omega)^2 = 1417650 \cdot (0.125 / 56.52)^2 = 6.8 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.,$$

где

m – масса механизма (спекательных тележек);

ω – скорость вращения двигателя;

V_T – скорость движения спекательных тележек.

Эквивалентный момент инерции двигателя и механизма приведенный к валу двигателя определяется по выражению

$$J_{э} = J_{ДВ} + J_{МЭХ ПР} = 27.5 \cdot 6.8 = 34.3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Исходя из рассчитанной мощности и скорости двигателя выбираем краново-металлургический двигатель постоянного ток серии Д, с запасом по мощности, тип Д818.[6]

Технические данные и параметры выбранного электродвигателя

приведены в таблице 1.

Таблица 1- Паспортные и расчетные параметры электродвигателя

Наименование величины	Обозначение величины	Значение
Номинальная мощность, кВт	P_n	85
Номинальное напряжение, В	U_n	440
Номинальный ток, А	I_n	210
Номинальная угловая скорость, об/мин	n_n	540
Активное сопротивление двигателя, Ом	$R_{дв}$	0,12
Индуктивность двигателя, Гн	$L_{дв}$	0,0016
Максимальный ток, А	$I_{дв.мак}$	525
Номинальный момент двигателя, Н·м	M_n	1500
Момент инерции двигателя, кг·м ²	$J_{дв}$	27.5
Допустимая перегрузка по току	λ	2,5

Расчетные параметры электродвигателя

Сопротивление двигателя в горячем состоянии, определяется по выражению

$$R_{дв.гор} = 1.3 \cdot R_{дв} = 1.3 \cdot 0,12 = 0,156 \text{ Ом.}$$

Номинальная угловая скорость, определяется по выражению

$$\omega_n = \pi \cdot n_n / 30 = 3.14 \cdot 540 / 30 = 56,52 \text{ рад/с.}$$

Коэффициент ЭДС (В·с/рад) и электромагнитного момента двигателя

$$c = (U_n - I_n \cdot R_{дв.гор}) / \omega_n = (440 - 210 \cdot 0,156) / 56,52 = 7,2 \text{ В·с}$$

Максимально допустимый ток двигателя

$$I_{\text{дв. макс}} = 2,5 * 210 = 525 \text{ A}$$

Электромагнитная постоянная времени цепи двигателя

$$T_{\text{дв}} = \frac{L_{\text{дв}}}{R_{\text{дв}}} = \frac{0.0016}{0.156} = 0.01026 \text{ с.}$$

Анализ нелинейных структур САУ РЭП. Моделирование нелинейных структур САУ РЭП

Получение достоверных качественных и особенно количественных характеристик поведения реальной системы автоматизированного электропривода конкретного производственного механизма требует максимального учета особенностей работы как в целом электропривода, так и его отдельных элементов. В первую очередь это учет особенностей тиристорного преобразователя (дискретное полууправляемое устройство с конкретным способом управления и законом согласования регулировочных характеристик групп вентелей) и элементов систем электропривода с нелинейными характеристиками (СИФУ, регуляторы, обратные связи, нагрузки реактивного характера, кинематические цепи и т.д.), параметров электрической и механической систем, зависящих от времени и других параметров (индуктивность силовой цепи; момент нагрузки, момент инерции и т.п.).

Структурная схема нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный представлена на рисунке 17.

В структурной схеме приняты следующие обозначения:

$W(P)_{PЭ} = K_{PЭ}$ - передаточная функция П-РЭ;

$W(P)_{PT} = K_{PT} \frac{T_{PT} p + 1}{T_{PT} p}$ - передаточная функция ПИ-РТ;

$W(p)_{ТП} = \frac{K_{ТП}}{T_{mn} p + 1}$ - передаточная функция ТП;

$W(p) = \frac{C}{R_{яц} \cdot (T_{яц} p + 1) \cdot Jp}$ - передаточная функция передаточная функция электродвигателя;

$W(P)_{ФЭ} = \frac{1}{T_{ФН} P + 1}$ - передаточная функция фильтра при $T_{ФН} = T_{ФВ}$.

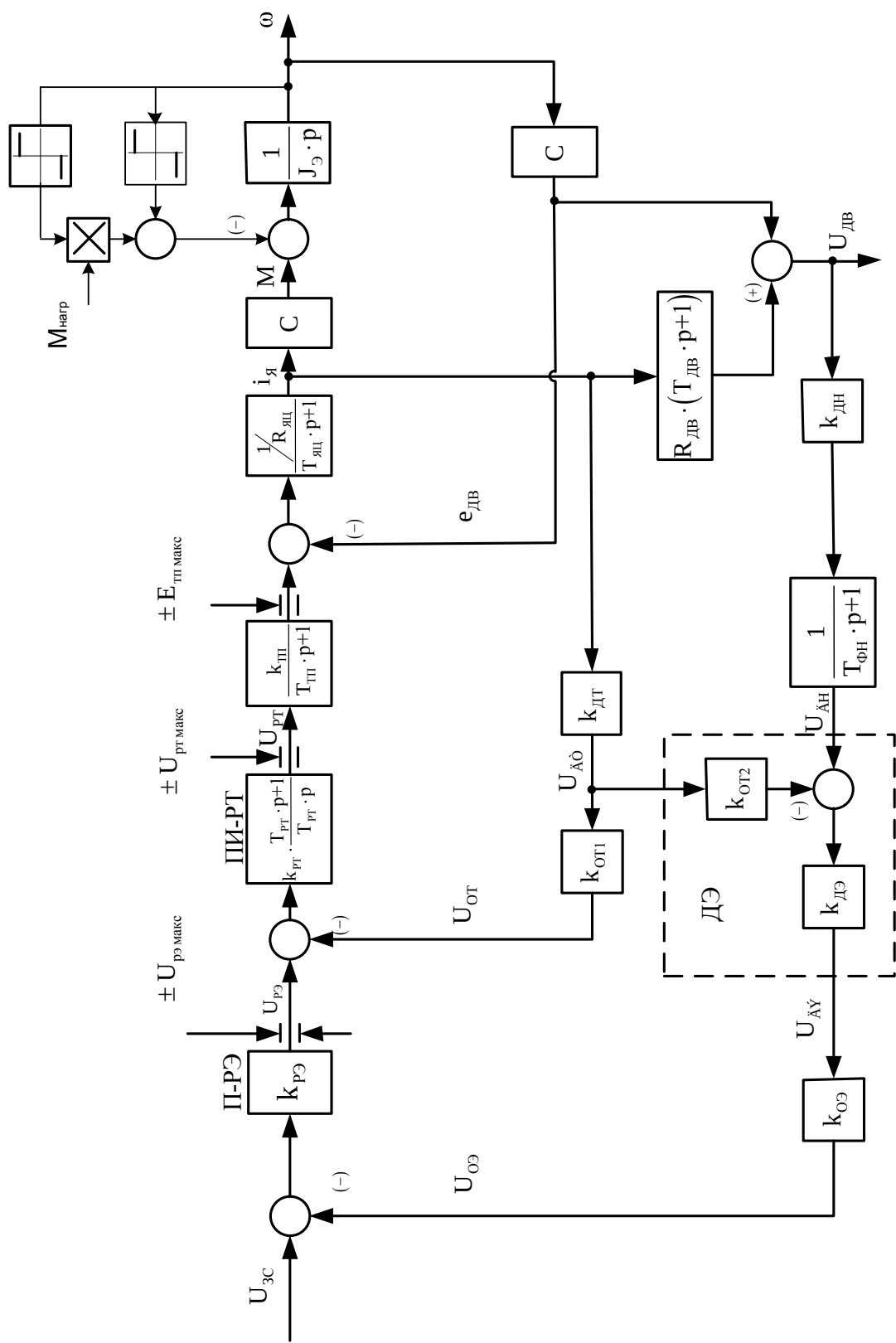
$K_{\text{оз}}$ - коэффициент обратной связи по ЭДС;

$K_{\text{дэ}}$ - коэффициент датчика ЭДС;

$K_{\text{дт}}$ - коэффициент датчика тока;

$K_{\text{от}}$ - коэффициент обратной связи по току;

$K_{\text{дн}}$ - коэффициент датчика напряжения.



1 Расчет переходных процессов и определение динамических показателей качества нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный

Расчет переходных процессов в системах регулируемого однофазного электропривода постоянного тока нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный, выполненного по структурной многоконтурной схеме с последовательной коррекцией, выполняется на ЭВМ по программе Matlab. Программа воспроизводится методом имитационного численного моделирования переходных процессов в аналоговых нелинейных системах регулируемого электропривода при типовых задающих и возмущающих воздействиях. Она позволяет в широких пределах варьировать структуру и значения параметров элементов САУ, выводить результаты расчетов в виде графиков, по которым определяются динамические качества.

Переходные процессы нелинейной САУ РЭП преобразователь непрерывный представлены на рисунках

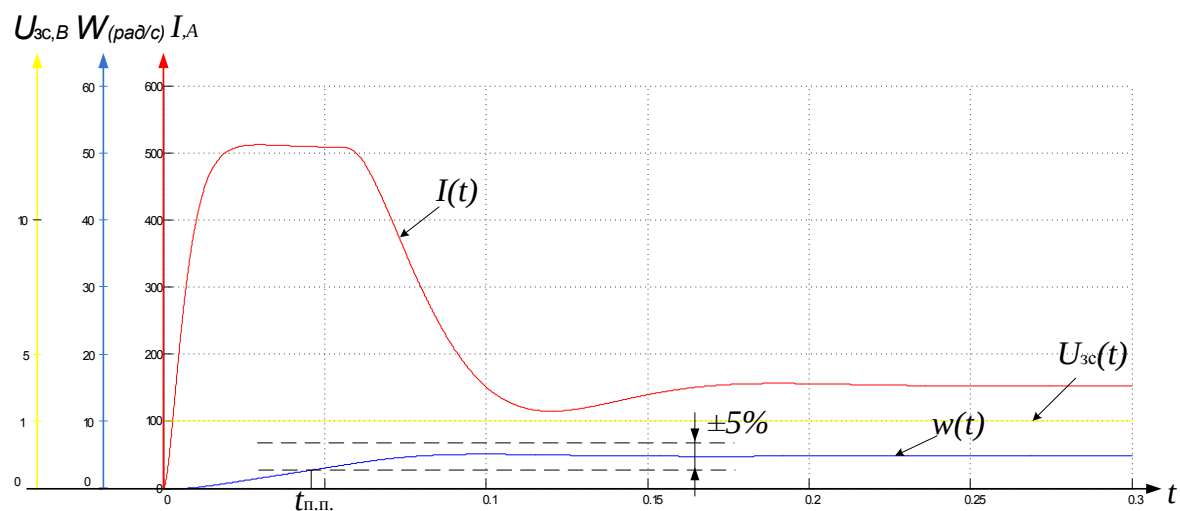
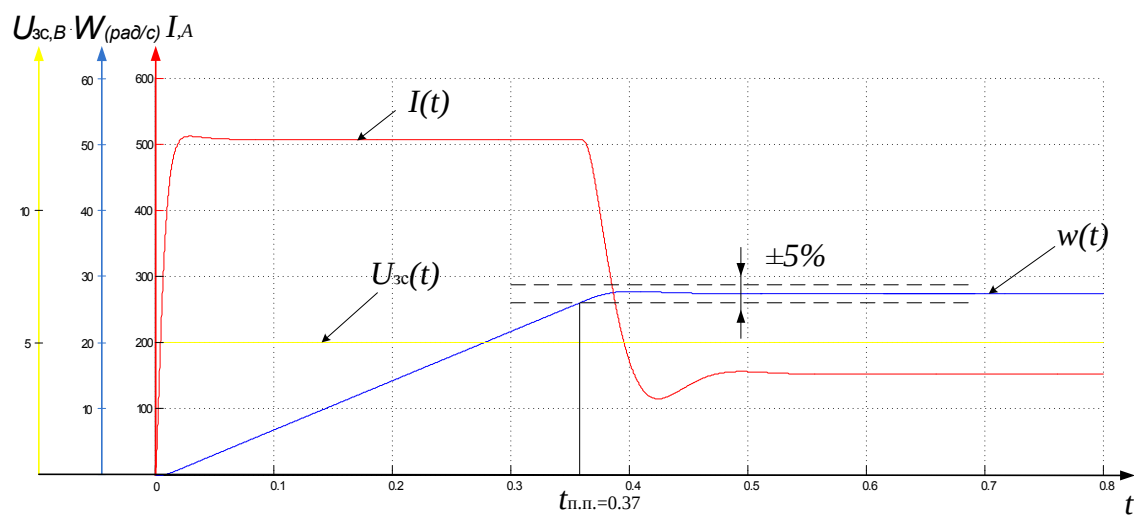
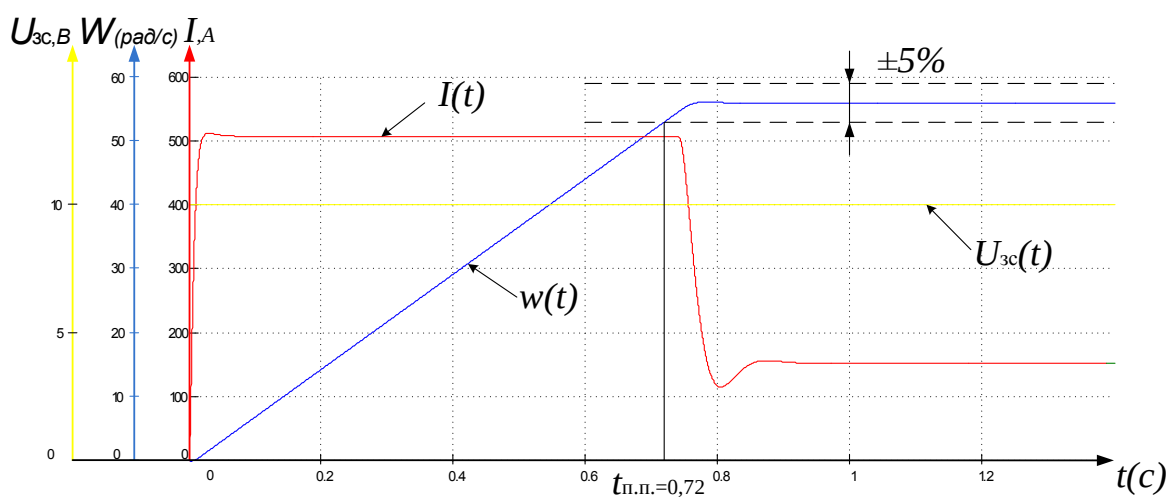


Рисунок 18 Переходные процессы при $M_c = 1100 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $U_3 = 1 \text{ В}$, $t_{п.п.} = 0.04 \text{ с}$



Переходные процессы при $M_c = 1100 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $U_3 = 5 \text{ В}$, $t_{п.п.} = 0.37 \text{ с}$



Переходные процессы при $M_c = 1100 \text{ Н}\cdot\text{м}$, $U_3 = 10 \text{ В}$, $t_{п.п.} = 0.82 \text{ с}$

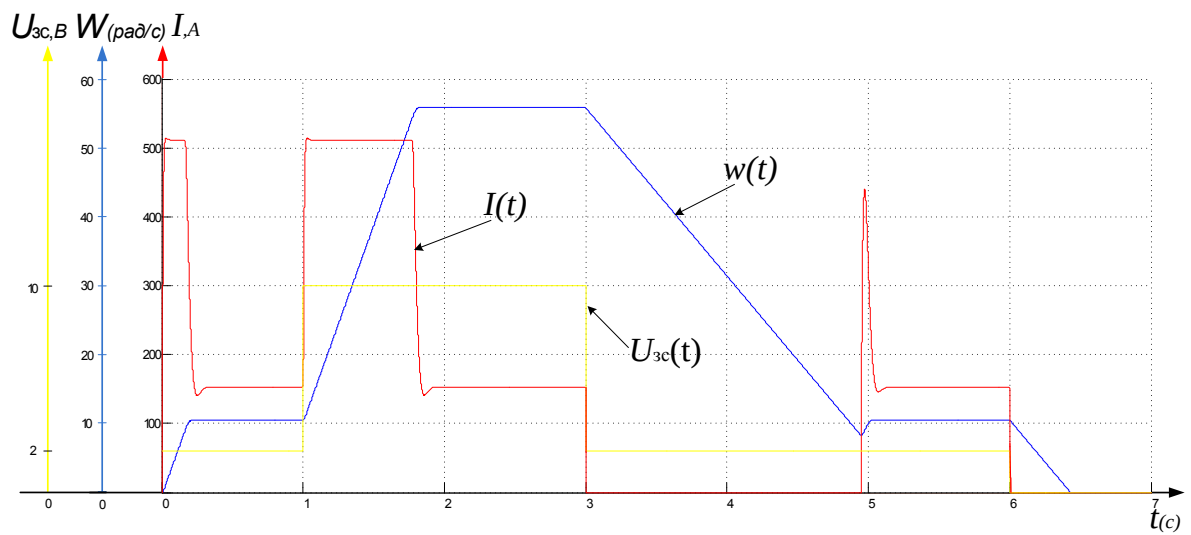
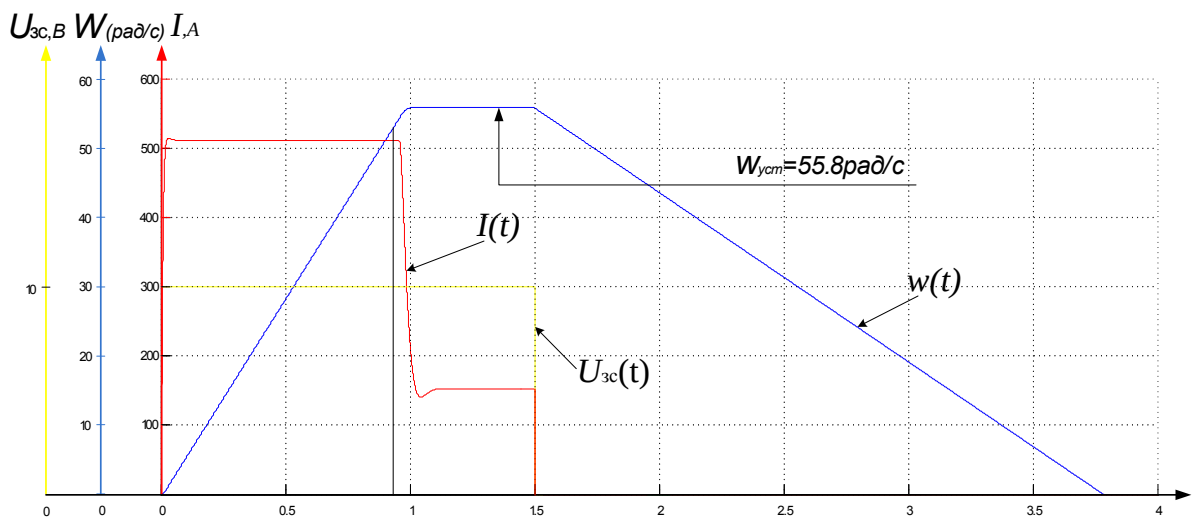


Рисунок 21 Переходные процессы при $M_c=1100 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $U_3=2 \text{ В}$, увеличение $U_3=10 \text{ В}$, уменьшение $U_3=2 \text{ В}$ и торможении $U_3=0 \text{ В}$.



Переходные процессы при $M_c=1100 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $U_3=10 \text{ В}$ и торможении $U_3=0 \text{ В}$

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г10	Казакову Максиму Олеговичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. *Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчисления*
2. *Стоимость ресурсов проектных работ*
3. *Нормы и нормативы расходования ресурсов*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. *Оценка потенциала и перспективности выполнения ТП с позиции ресурсосбережения и ресурсоэффективности;*
2. *Планирование и формирование графика работ по реализации ТП;*
3. *Формирование сметы ТП;*

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. *График выполнения работ исполнителями ТП (диаграмма Ганта)*
2. *Матрица SWOT*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.04.2016г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э. н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Г10	Казаков Максим Олегович		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данное время необходимым условием при поиске источников финансирования, для технического проектирования и коммерциализации его результатов является оценка коммерческой ценности разработки.

Целью данного раздела является определение выгодных позиций и перспективности проектно-конструкторского проекта.

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала и перспективности выполнения технического проекта;
- Планирование и формирование графика работ по реализации технического проекта;
- Формирование сметы.

3.1 Оценка потенциала и перспективности реализации ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 SWOT-анализ привода постоянного тока агломерационной машины

Задача анализа – описать ситуацию, для решения которой нужно принять какое-либо решение. Для выполнения SWOT-анализа находятся сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы проекта. Данные записываются в таблицу.

Следующие обозначения применяются для создания матрицы SWOT:

С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта;

В – возможности; У – угрозы.

Матрица SWOT приведена в таблице 10.

Интерактивные матрицы возможностей и угроз строятся на основании матрицы SWOT, эти матрицы позволяют оценить эффективность и актуальность реализации проекта.

Для составления интерактивных матриц ниже приведены данные обозначения:

«+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие.

Таблица 10 - Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: C1. Высокий уровень защиты электрооборудования. C2. Высококачественные материалы. C3. Высокая точность и производительность электрооборудования. C4. Большой межремонтный период. C5. Квалифицированный персонал.	Слабые стороны проекта: Сл1. Высокое потребление электроэнергии. Сл2. Индивидуальность оборудования. Сл3. Высокая стоимость комплектующих. Сл4. Большие сроки поставок комплектующих.
Возможности: B1. Продуктивность использование энергосистем агломашины. B2. Установка автоматических средств управления. B3. Снижение себестоимости за счет внедрения новых технологий. B4. Увеличение срока окупаемости конкурентных систем.	B1C1C2C3C4; B2C1C2C4; B3C1C3C5; B4C1C2C5.	B1Сл1Сл2; B2Сл2; B4Сл2.
Угрозы: У1. Превышения в использовании электрических сетей. У2. Повышение цен на комплектующие. У3. Изменение государственных требований к стандартизации и сертификации продукции. У4. Задержка финансового обеспечения.	У1C1C5; У2C1; У3C1; У4C1C2.	У1Сл1Сл3; У4Сл2.

Таблица 11 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	-	+	-
	B2	+	+	-	+	-
	B3	+	-	+	-	+
	B4	+	+	-	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	
	B1	+	+	-	-	
	B2	-	+	-	-	
	B3	-	-	-	-	
	B4	-	+	-	-	

Таблица 12 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	-	-	-	+
	У2	+	-	+	-	-
	У3	+	-	-	-	-
	У4	+	+	-	-	-
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	
	У1	+	-	+	-	
	У2	-	-	-	-	
	У3	-	-	-	-	
	У4	-	+	-	-	

Из результатов анализа интерактивных матриц, которые приведены в таблицах 11 и 12, видно, что количественные и качественные показатели сильных сторон выше, чем слабых, а слабые стороны имеют маловажный характер в данном проекте. Высокая точность, производительность и качественные материалы является самыми сильными сторонами проекта, потому что от них зависит качество технологического процесса. Низкие

вероятности угроз говорят большой надежности проекта.

12.4 Определение ресурсоэффективности проекта.

Определение ресурсоэффективности [15] проекта оценивается при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Для определения ресурсоэффективности проекта по проектированию привода агломерационной машины, рассматриваются приведенные ниже критерии:

- надежность – недопустимость отказов в работе, свойство сохранять рабочее состояние скачках напряжения и выполнять заложенные функции в рабочем порядке. Надежность электроснабжения обеспечивается резервными линиями и наличием устройств повторного включения, автоматического включения резервной линии. Это позволяет обеспечить стабильную работу электроснабжения.
- энергосбережение – эффективное использование энергоресурсов. Энергосбережение достигается за счет точного подбора мощности электродвигателей и использования тиристорного преобразователя постоянного тока.
- материалоемкость – показатель расходов материальных ресурсов на производство. Характеризует удельный вес затрат на материалы и получаемые изделия в стоимости продукции.
- помехоустойчивость – способность привода выполнять свои функции при наличии помех. Отличается возможностью системы препятствовать искажающему действию помех при передаче информации.

- удобство в эксплуатации – степень сложности работы, обслуживания машины. Характеризуется большими габаритами машины.
- рост производительности труда – показатель, который характеризуется результативностью труда. Происходит за счет повышения уровня автоматизации, в связи с которым возрастают финансовые вложения.

Оценка критериев ресурсоэффективности проекта приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Оценка критериев ресурсоэффективности проекта.

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки
1. Надежность	0,30	5
2. Энергосбережение	0,20	5
3. Материалоемкость	0,15	4
4. Помехоустойчивость	0,15	5
5. Удобство в эксплуатации	0,10	4
6. Рост производительности труда пользователя	0,10	4
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{PI} = 5 \cdot 0.3 + 5 \cdot 0.2 + 4 \cdot 0.15 + 5 \cdot 0.15 + 4 \cdot 0.1 + 4 \cdot 0.1 = 4,65$$

Ресурсоэффективность данного проекта имеет достаточно высокий показатель, 4,65 (по 5-балльной шкале). Высокая оценка надежности, помехоустойчивости и энергосбережения системы.

3.2 Планирование и формирование графика работ по реализации технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ производится в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проекта;
- определение исполнителей каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения технического проекта.

Построение графика проведения технического проекта является важной его частью. График предназначен для распределения обязанностей по выполнению работ и установления временных рамок. Всю работу, которую

будет осуществлять группа, состоящая из 2-х человек, разобьем на 10 этапов.

Следующие виды выполняемых работ соответствуют номерам этапов работ в приведенной ниже таблице:

№1 – Составление технического задания – включает в себя изучение начальной информации об объекте, составление задания на работу;

№2 – Изучение технической литературы – ознакомление с предметом работы, поиск и изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№3 – Сбор необходимых данных по проекту – сбор параметров нагрузок, двигателей, трансформаторов, графиков режимов работы оборудования;

№4 – Подготовка и ввод данных в среду разработки MATLAB – составление систем уравнений для математического моделирования работы электропривода;

№5 – Расчет нагрузок привода агломерационной машины в среде MATLAB – использование программ со встроенными математическими функциями позволяют получать решение быстрее, чем с применением электронных таблиц или традиционных языков программирования.

№6 – Выбор оборудования – подбор элементов по основным требованиям технологического процесса;

№7 – Расчет элементов электропривода, построение механических и электромеханических характеристик – построение графиков режимов работы оборудования, расчет характеристик двигателя;

№8 – Проверка правильности выбора электрооборудования – проверка расчетных данных электрооборудования с допустимыми значениями;

№9 – Оформление пояснительной записки – оформление результатов расчетов в соответствии с требованиями;

№10 – Сдача проекта – контрольная проверка руководителем, защита проекта.

3.2.1 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкости каждого участника выполнения проекта представляется важным моментом, так как большую часть стоимости разработки составляют трудовые затраты.

Трудоемкость выполнения проекта оценивается экспертным путем в человеко-днях и имеет вероятностный характер, потому что зависит от многих сложно учитываемых факторов.

При определении ожидаемого значения трудоемкости исполнителей $t_{ожі}$ применяется данная формула: [14].

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – трудоемкость минимально возможная при выполнении i -ой работы (предполагается наиболее благоприятное стечение обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – трудоемкость максимально возможная при выполнении i -ой работы (предполагается наиболее неблагоприятное стечение обстоятельств), чел.-дн.

По данным результатов расчетов составляется календарная продолжительность выполнения работ, которая показана в таблице 14.

В данном проекте в качестве графика выполнения работ используется диаграмма Ганта, которая показана в таблице 14.

Диаграмма Ганта – это ленточный горизонтальный график, на котором представлены протяженные во времени отрезки. Эти отрезки характеризуются датами начала и окончания выполнения работ.

Таблица 14 – Календарная продолжительность работ

№ этапа работы	Вид работ	Исполнители*	Минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы, t _{min} , чел.-дн.	Максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы, t _{max} , чел.-дн.	Ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, t _{ож} , чел.-дн.	Продолжительность одной работы, T _p , раб.дн.
1	Составление технического задания	Р	1	1	1	1
2	Изучение технической литературы	Д	21	26	23	23
3	Сбор данных по проекту	Д	15	20	17	17
4	Подготовка и ввод данных в среду разработки MATLAB	Д	1	1	1	1
		Р	1	1	1	1
5	Расчет в среде MATLAB нагрузок привода агломашины	Д	1	1	1	1
		Р	1	1	1	1
6	Выбор электрооборудования	Д	12	19	14,8	15
7	Расчет элементов электропривода, построение механических и электромеханических характеристик	Д	1	1	1	1
		Р	1	1	1	1
8	Проверка правильности выбора электрооборудования	Д	10	17	12,8	13
		Р	1	1	1	1
9	Оформление пояснительной записки	Д	15	19	16,6	17
10	Сдача проекта	Д	4	8	5,6	6
		Р	1	1	1	1
*Примечание. «Р»-руководитель; «Д»-дипломник.						

Таблица 15 – Диаграмма Ганта

Этап работы	Вид работ	Исполнители *	Продол жительн ость одной работы дн.	Продолжительность выполнения работ по декадам										
				Фев.	Март			Апрель			Май			Июнь
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление технического задания	Р	1	-										
2	Изучение технической литературы	Д	23		_____									
3	Сбор необходимых данных по проекту	Д	17				_____							
4	Подготовка и ввод данных в среду разработки MATLAB	Д	1					-						
		Р	1					-						
5	Расчет в среде MATLAB нагрузок привода агломашины	Д	1					-						
		Р	1					-						
6	Выбор электрооборудования	Д	15						_____					
7	Расчет элементов электропривода, построение механических и электромеханических характеристик	Д	1							-				
		Р	1							-				
8	Проверка правильности выбора электрооборудования	Д	13							_____				
		Р	1								-			
9	Оформление расчётно-пояснительной записки	Д	17								_____			
10	Сдача проекта	Д	6										_____	
		Р	1											-
*Примечание. «Р»-руководитель; «Д»-дипломник.														

По составленной диаграмме, можно сделать вывод, что продолжительность выполнения работ занимает 11 декад, начиная с третьей декады февраля и заканчивая первой декадой июня. Учитывая вероятностный характер оценки трудоемкости, фактическая продолжительность выполнения работ может быть как меньше (при благоприятном стечении обстоятельств), так и больше (при неблагоприятном стечении обстоятельств).

Период выполнения проекта составит 95 рабочих дней. Из них:

94 дня – продолжительность выполнения работ дипломником;

6 дней – продолжительность выполнения работ руководителем;

3.3 Составление сметы технического проекта

При планировании затрат технического проекта все виды расходов, относящиеся к его выполнению должны достоверно отображаться. Затраты формируются по следующим статьям:

- полная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.
-

3.3.1 Полная заработная плата исполнителей темы

В данную статью входит расчет основной и дополнительной заработной платы всех исполнителей, которые принимали участие в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов, тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$З_{\text{зп}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}},$$

где $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где, $З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.

дн.

Среднедневная заработная плата руководителя рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{тс}} + З_{\text{допл}} + З_{\text{р.к.}}}{F_{\text{д}}},$$

где, $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$З_{\text{допл}}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$З_{\text{р.к.}}$ – районная доплата, руб.;

$F_{\text{д}}$ – количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе, 22 при 5-дневной рабочей неделе), раб. дн.

Дополнительная заработная плата составляет 12-15% от основной заработной платы.

Расчёт основной и полной заработной платы приведён в таблицах 16. и 17

Таблица 16 – Расчёт основной заработной платы исполнителей

Исполнители	Оклад, руб.	Доплаты и надбавки, руб.	Районная доплата, руб.	Зарплата месячная, руб.	Среднедневная заработная плата в день, руб.	Продолжительность работ, раб. дн.	Основная заработная плата, руб.
Руководитель	16751	2000	5625	24376	937	6	5625
Дипломник	7864	-	2359	10223	393	94	36942
Итого $З_{\text{осн}}$, руб.							42567

Таблица 17. – Расчет полной заработной платы

Исполнители	Коэффициент, учитывающий среднюю заработную плату	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.	Полной заработной плата, руб.
Руководитель	0,15	5625	875	6500
Дипломник	0,12	36942	4558	41500
Итого		42567	5433	48000

3.3.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов указаны обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Размер отчислений во внебюджетные фонды определяется по следующей формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

$$k_{внеб} = 30,2\% \text{ в условиях ТПУ.}$$

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{внеб} = 0.302 \cdot 48000 = 14,5 \text{ тыс. руб.}$$

3.3.3 Накладные расходы

Прочие затраты организации, которые не включены в предыдущие статьи расходов будут считаться накладными расходами. В состав накладных расходов входят: оплата электроэнергии, административно-управленческие расходы, печать и ксерокопирование материалов проекта.

Величину накладных расходов принимаем в размере 16% от общей суммы затрат.

3.3.4 Формирование сметы технического проекта

Основой для формирования затрат проекта является рассчитанная величина затрат, которая при формировании договора с заказчиками представляется организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение затрат на технический проект приведен в таблице 18.

Таблица 18 – Смета технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
1. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	48,0	64,6
2. Отчисления во внебюджетные фонды	14,5	19,4
3. Накладные расходы	11,5	16,0
Итого	74,0	100,0

Можно сделать вывод исходя из данных таблицы 9.8, что затраты на реализацию технического проекта, это затраты, связанные с оплатой труда исполнителей, которые составят 74 тыс.руб. Большая часть затрат (84%) приходится на расходы связанные с оплатой труда.

В данном разделе были выполнены следующие пункты:

- произведен SWOT-анализ, который показал, что технические и экономические показатели сильных сторон выше, чем слабых, а слабые стороны имеют маловажный характер в данном проекте, что показывает актуальность данного проекта. Угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.
- построен график продолжительности работ для исполнителей, составлена ленточная диаграмма, которая позволяет правильно организовать работу исполнителей.
- сформирована смета затрат на выполнение проекта, которые составили 74 тыс.руб.

- определен показатель ресурсоэффективности проекта, который имеет высокое значение – 4,65 (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Г10	Казакову Максиму Олеговичу

Институт	ИнЭО	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

Агломерационный цех, это производственный комплекс, оснащенный механическим, электрическим и подъемно-транспортным оборудованием, производственными механизмами управляемыми дистанционно. Рассмотрим на предмет возникновения:

- *вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации;)*
- *опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)*
- *негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного характера)*

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды;
2. Основными вредными факторами агломерационного цеха являются:
Запыленность (металлической, токопроводящей пылью различных фракций);
Загазованность;
Шум и вибрация;
Отклонение показателей микроклимата;
Недостаточная освещенность рабочей зоны.
3. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды;
Опасными факторами агломерационного цеха являются:
Возможность получения травм в следствии:
а) движения машин и механизмов;
б) движение производственного материала;
в) выброс горячего шлака из-под зажигательного горна;
г) поражение электрическим током при обслуживании электрооборудования.
4. Охрана окружающей среды:
– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);
– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);
разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.
5. Защита в чрезвычайных ситуациях:
– перечень возможных ЧС на объекте;
– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;
– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;
– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

Перечень графического материала:
План эвакуации при пожаре

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.04.2016г.
---	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Романцов Игорь Иванович	кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
З-5Г10	Казаков Максим Олегович		

4 Социальная ответственность

4.1 Описание рабочего места обслуживающего персонала.

Агломерационный цех, это производственный комплекс, оснащенный механическим, электрическим и подъемно-транспортным оборудованием. Для агломерационного цеха характерна большая протяженность и разнообразность производственных механизмов, управляемых дистанционно.

Электропривод агломашины был выбран краново-металлургический типа Д-816, мощностью 85 кВт. Электропривод находится в непосредственной близости от машины. Питание к машине подается по кабельным туннелям.

4.2 Основные вредные факторы агломерационного цеха.

Анализ вредных факторов необходим для дальнейшего их предупреждения или снижения.

Вредные факторы: запыленность, загазованность, шум и вибрация, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны.

Запыленность - пыль агломерационного цеха в основном состоит из коксовой пыли и окислов железа. Для борьбы с пылью в цехе используются различного рода фильтры, оросители и пылесосы. Пыль по степени ее измельчения (дисперсности) делят на две группы: видимую, с размером частиц более 10 мкм и микроскопическую, менее 10 мкм.

Загазованность - присутствие в атмосфере цеха вредных газов и аэрозолей обусловлено нарушениями технологического режима, неисправностью и несовершенством технологического оборудования.

В таблице 19 приведено содержание некоторых вредных веществ в

воздухе рабочей зоны цеха и для сравнения ПДК по ГОСТ 12.1.005-88.

Таблица 19 - Содержание некоторых вредных веществ в воздухе рабочей зоны аглоцеха.

Наименование вещества	Концентрация вещ-ва в воздухе, мг/м ³	ПДК, мг/м ³	Превышение в количество раз
агломерационная пыль	17,0	4,0	4,25
SiO ₂	6.1	-	-
CO	Не обнаружено	20,0	-
SO ₂	Не обнаружено	20,0	-
NO ₂	Не обнаружено	5,0	-

Шум - технологические операции при изготовлении и транспортировке агломерата сопровождается образованием шумов низкой и высокой частоты. Уровень шума составляет 75дБ, ПДУ согласно [14] уровень шума 80дБ. Снижение шума достигается путем динамической балансировки механизмов, звукоизоляции постов и кабин управления, совершенствованием конструкции механизмов, а также использование индивидуальных средств защиты берушей.

Вибрация - для борьбы с вибрацией предусмотрены виброгасящие фундаменты, виброизоляционные материалы из листов, стальных пружин и резиновых прокладок.

Микроклимат - согласно санитарным нормам площадь на одного человека в помещении должна быть не меньше 4,5 м² и объем не менее 15 м³, воздухообмен должен составить не менее 20м³/ч.

В таблице 2 приведены оптимальные нормы микроклимата на

рабочем месте оператора:

Таблица 20 – Микроклимат на рабочем месте оператора

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость воздуха, м/с	
		опт	доп	опт	доп	опт	доп	опт	доп
холодный	Легкая	22-24	20-25	21-25	19-26	60-40	15-75	0,1	0,1
теплый	Легкая	23-25	21-28	22-26	20-29	60-40	15-75	0,1	0,2

Освещение - источники питания аварийного освещения соответствуют требованиям ПУЭ и удовлетворяют основным требованиям к производственному освещению, а это:

- а) обеспечено достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства;
- б) на рабочей поверхности отсутствовать резкие тени;
- в) в поле зрения отсутствует прямая и отраженная блескость;
- г) величина освещенности всегда постоянная во времени.

В таблице 3 приведены данные искусственного и естественного освещения на рабочих местах участка спекания агломерата, и даны сравнения с нормами СНиП 23-05-95.

Таблица 21 - Искусственное и естественное освещение на участке спекания агломерата

Вид освещения	Типы светильников	Освещенность на рабочем месте, лк	По нормам СНиП, лк
Искусственное	ЛБ	290	150

Включение и отключение рубильников общего освещения в здании

цеха и обслуживание осветительного оборудования производятся только электротехническим персоналом.

4.3 Анализ выявленных опасных производственных факторов. Опасными факторами агломерационного цеха являются:

Возможность получения травм в следствии:

- а) движения машин и механизмов;
- б) движение производственного материала;
- в) выброс горячего шлака из-под зажигательного горна.
- г) поражения электрическим током при обслуживании электрооборудования.

Ниже приведен анализ опасных производственных факторов:

а) Возможность получения механической травмы в результате контакта движущейся части механизма или машины с телом человека происходит в результате недостатков в монтаже, конструктивных недостатков оборудования, неисправности оградительных устройств и защитных средств, недостаточности освещения.

б) Чаще всего причиной травм при движении производственного материала (движение и опрокидывание тележек с агломератом) в аглоцехе происходит при несоблюдении техники безопасности или несвоевременного обслуживания оборудования (замены роликов, подшипников и т.д.), в следствии чего возможно получить травмы как термические так и механические. Должны соблюдаться регламенты ремонтных работ, соблюдаться техника безопасности, полное использование СИЗ (каска перчатки, подкашник, спец одежда, спец обувь

в) При выбросе горячего шлака, есть возможность получения ожоговых травм. Выброс происходит в следствии конструктивных недостатков, неисправности системы. Работающие обязаны применять

средства комплексной защиты и выполнять требования техники безопасности на рабочем месте.

г) При обслуживании электропривода агломашины возможны факторы поражения электрическим током в результате прикосновения к токоведущим частям электрооборудования, повреждении заземляющего устройства, при пробое изоляции кабеля или электродвигателя, результате работы с неисправным электроинструментом и приборами с поврежденной изоляцией.

По действующим правилам (ПУЭ п. 1.1.13) все помещения делятся по степени опасности поражения людей электрическим током на три класса:

- без повышенной опасности;
- с повышенной опасностью;
- особо опасные.

Помещение агломерационного цеха относится к помещениям с повышенной опасностью.

С целью обеспечения безопасности при ремонте и наладке электропривода агломашины выделяют технические и организационные мероприятия.

Организационные мероприятия:

Оформление работы нарядом;

Надзор во время работы;

Допуск к работе.

Технические мероприятия: вывешивание запрещающих включения напряжения плакатов, установка ограждений. Проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях, наложение заземлений.

Электротехнические средства защиты подразделяются на основные и дополнительные. К основным средствам относятся: изолирующие

клещи (для операции с предохранителями) электроизмерительные указатели напряжения монтажный инструмент с изолирующими ручками диэлектрические перчатки изолирующие штанги (оперативные, измерительные, для наложения заземления).

К дополнительным средствам относятся: изолирующие средства для ремонтных работ под напряжением до и выше 1000 В (диэлектрические боты, коврики, и т. п.), индивидуальные экранирующие средства, переносные заземления, временные ограждения, предупредительные плакаты.

4.4 Расчёт опасности поражения электрическим током.

Возможность поражения электрическим током зависит от вида тока, его величины, времени действия, пути протекания через тело, от частоты тока и ряда других факторов.

Величина тока, проходящего через сердце человека I_C зависит от пути прохождения тока через тело человека $I_{\text{ч}}$. Наиболее опасным считается правая рука - ноги.

Определим величину тока через тело человека при прикосновении к двум фазам

$$I_{\text{ч}} = \frac{U}{Z_{\text{ч}}} = \frac{380}{1000} = 0,38 \text{ А}$$

где

U - напряжение между точками включения в электрическую цепь,

$Z_{\text{ч}} = 1000 \text{ Ом.}$ - электрическое сопротивление тела человека, в расчётах принимаем.

Согласно [10] предельно допустимый ток через тело человека $I_{\text{ч}}$ при минимальном времени действия τ_B равен: $I_{\text{ч}} = 300 \text{ мА}$ при $\tau_B = 0,2 \text{ с.}$

Расчётное значение превышает допустимое $I_{\text{ч}} = 380 \text{ мА} > 300 \text{ мА.}$

Для обеспечения электрической безопасности на линии необходимо использовать заземление всех металлоконструкций, нормально не

находящихся под напряжением.

4.5 Пожарная безопасность цеха.

Требования государственного стандарта

Согласно НПБ 105-03 агломерационный цех относится к категории производства В, как производство, характеризующиеся наличием горючих жидкостей с температурой вспышки паров выше 61°C , горючей пыли и волокон, нижний предел взрываемости которых более 65 г/м^3 к объему воздуха; веществ способных только гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом; твердых сгораемых веществ и материалов.

Согласно СНиП 21-01-97 здания и сооружения первой степени огнестойкости выполняются из несгораемых материалов, к каким относится агломерационная фабрика.

Таблица 22 - Минимальные пределы первой степени огнестойкости основных строительных конструкций.

Степень огнестойкости зданий и сооружений	Категория пожарной и взрывной опасности	Основные строительные конструкции					
		Несущие стены, стены лестничных клеток, колонны	Лестничные площадки, косяки, ступени, балки и марши в лестничных клетках	Наружные стены из навесных панелей	Внутренние несущие стены (перегородки)	Плиты, настилы и другие несущие конструкции междуэтажных и чердачных перекрытий	Плиты, настилы и другие несущие конструкции покрытий
1	В	2,5	1	0,5	0,5	1	0,5

Огнестойкость строительных конструкций.

Максимальные пределы распространения огня по основным строительным конструкциям в зависимости от степени огнестойкости

зданий и сооружений принимают согласно данным таблицы 23.

Эвакуация из зданий и помещений в случае возникновения пожара обеспечивается через эвакуационные выходы, которые должны вести;

Из помещений первого этажа непосредственно наружу или через вестибюль, коридор, лестничную клетку;

Из помещений любого этажа (кроме первого) в коридор ведущий на лестничную клетку;

Из помещения в соседние помещение на этом же этаже, обеспеченное выходами согласно выше сказанному .

Количество эвакуационных выходов должно быть не менее двух.

Таблица 23 – Максимальные пределы распространения огня по основным строительным конструкциям.

Степень огнестойкости и зданий и сооружений	Основные строительные конструкции					
	Несущие стены, лестничных клеток, колонны	Лестничные площадки, косяки, ступени, балки и марши в лестничных клетках	Наружные стены из навесных панелей	Внутренние несущие стены (перегородки)	Плиты, настилы и другие несущие конструкции междуэтажных и чердачных перекрытий	Плиты, настилы и другие несущие конструкции покрытий
I	Не допускается					
II	Не допускается			40		Не допускается
III		Не допускается		40	25	Не нормируется
IV	40	25	40	40	25	То же
V	Не нормируется					

На рисунке 24 приведен план эвакуации персонала агломерационного цеха из помещения установки электрооборудования привода агломашины, в случае пожара. На плане эвакуации приняты следующие обозначения:

1. помещение установки электрооборудования привода агломашины;
2. огнетушитель (пожарный щит);
3. пожарный кран.

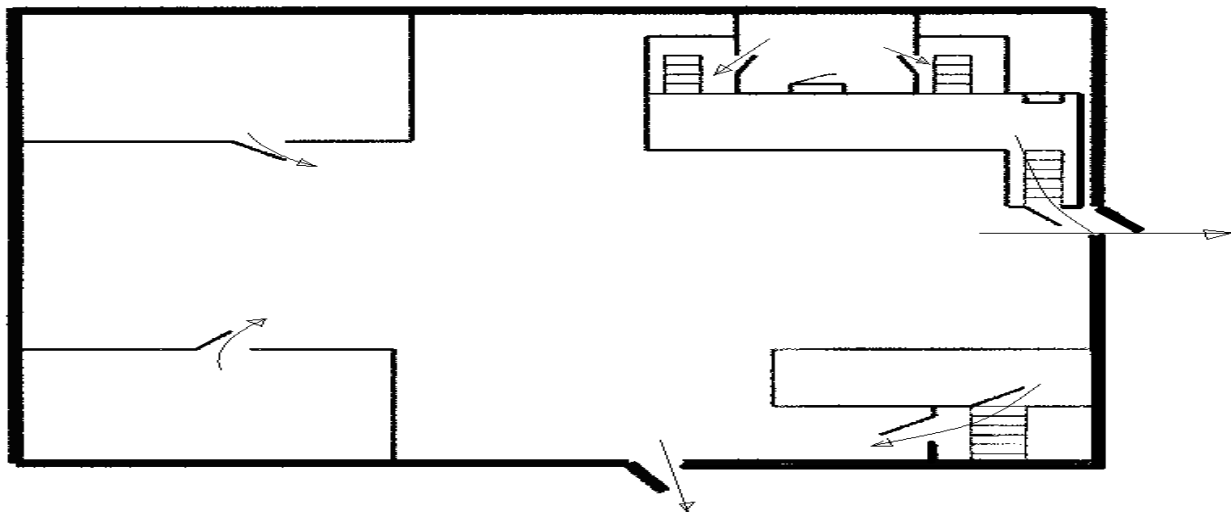


Рисунок 24 – План эвакуации при пожаре.

Классификация помещений по пожарной опасности.

Пожароопасная зона цеха агломерации относится к классу В-IIа – зоны расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

Электропроводки. В пожароопасных помещениях всех классов допускается открытая электропроводка непосредственно по несгораемым конструкциям и поверхностям изолированными проводами, например марок АППР, АПВ, АППВ, проводка в стальных трубах проводом марок ПРТО и АПРТО, в пустотных каналах несгораемых строительных конструкций проводами АПВ и ПВ. В пожароопасных зонах всех классов применение неизолированных проводов запрещено.

Таблица 24 - Минимальные допустимые степени защиты оболочек электрических аппаратов, приборов, шкафов, сборок зажимов в зависимости от класса пожароопасной зоны.

Вид установки и условия работы	Степень защиты оболочки для пожароопасной зоны класса			
Установленные стационарно или на передвижных механизмах и установках (краны, тельферы, электротележки и т.п.), искрящие по условиям работы То же, не искрящие по условиям работы Шкафы для размещения аппаратов и приборов Коробки сборок зажимов силовых и вторичных цепей	П-I	П-II	П-IIIa	П-III
	IP44	IP54	IP44	IP44
	IP44	IP44	IP44	IP44
	IP44	IP54	IP44	IP44
	IP44	IP44	IP44	IP44

Классификация взрывоопасных зон

Класс зоны взрывоопасности агроцеха В-1а - зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуется, а возможны в результате аварий или неисправностей.

Виды взрывозащищенного электрооборудования.

Согласно ГОСТ 12.2.020-76 взрывозащищенное электрооборудование для внутренней и наружной электроустановок (группа II) может иметь следующие виды взрывозащиты:

взрывонепроницаемая оболочка;
защита вида «е»

кварцевое заполнение оболочки;

специальный вид взрывозащиты.

Требование к электрооборудованию взрывоопасных установок.

Согласно ПУЭ электрические машины, стационарно установленные с частями, как искрящие по условию работы, так и не искрящими, должны иметь уровни взрывозащиты согласно данным в таблице 25 .

Таблица 25 - Допустимый уровень взрывозащиты или степень защиты оболочки электрических машин в зависимости от класса взрывоопасной зоны.

Класс взрывоопасной зоны	Уровень взрывозащиты
В-I В-Ia, В-Iг В-Iб	Взрывобезопасное Повышенной надежности против взрыва Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты не менее IP44. искрящие части машины должны быть заключены в оболочку также со степенью защиты не менее IP44.
В-II	Взрывобезопасное (допускается применять взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для работы в средах со взрывоопасными смесями газов и паров с воздухом)
В-IIIa	Без средств взрывозащиты. Оболочка со степенью защиты IP54. искрящие части машины должны быть заключены в оболочку со степенью защиты IP54.

Особенности тушения пожара в электроустановках.

Приступать к тушению пожара электроустановки можно только после снятия с нее напряжения.

Для тушения пожара в электроустановках агроцеха применяются углекислотные огнетушители типа УП-2М, который предназначен для тушения горящих твердых материалов, нефтепродуктов и электрических установок, где нежелательно применение воды.

Пожарная сигнализация.

Для быстрого извещения службы пожарной охраны о возникшем пожаре, в каком либо помещении или сооружении предприятия – служит

электрическая пожарная сигнализация. В качестве пожарной сигнализации агломерационного цеха применяется приемная станция типа ТЛО-30/2М на 30 лучей, с оповещателями типа ПКИЛ-7.

4.7 Охрана окружающей среды.

Накопление вредных веществ в окружающей среде оказывает влияние как на растительный и животный мир, так и на человека и приводит к нарушению нормальных жизненных условий. На рисунке 25 показана пылесадочная камера бункерного типа.

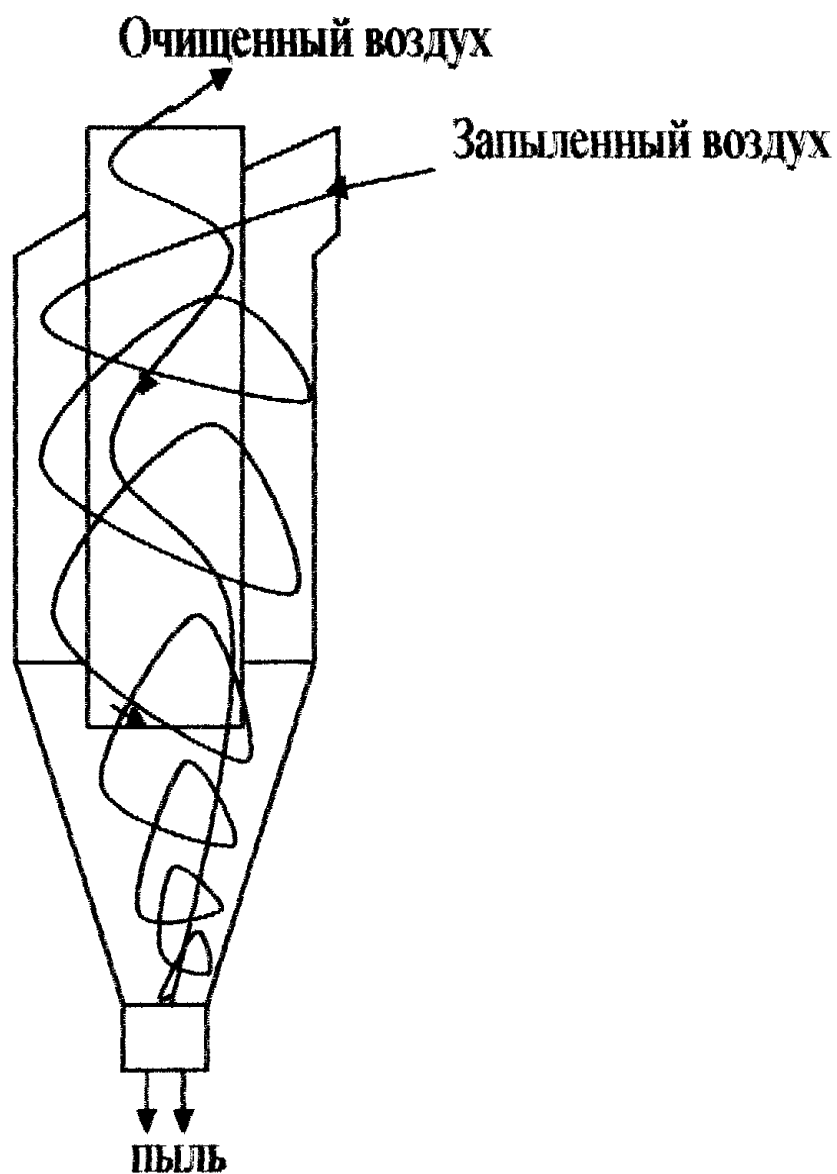


Рисунок 25 - Пылесадочная камера бункерного типа.

На рисунке 3 изображен центробежный пылеотделитель (циклон) в котором загрязненный воздух, подаваемый в кольцевое пространство между цилиндрами, получает вращательное движение, пылинки центробежной силой отбрасываются к стенкам наружного цилиндра, теряют скорость и соскальзывают по конической части вниз в бункер.

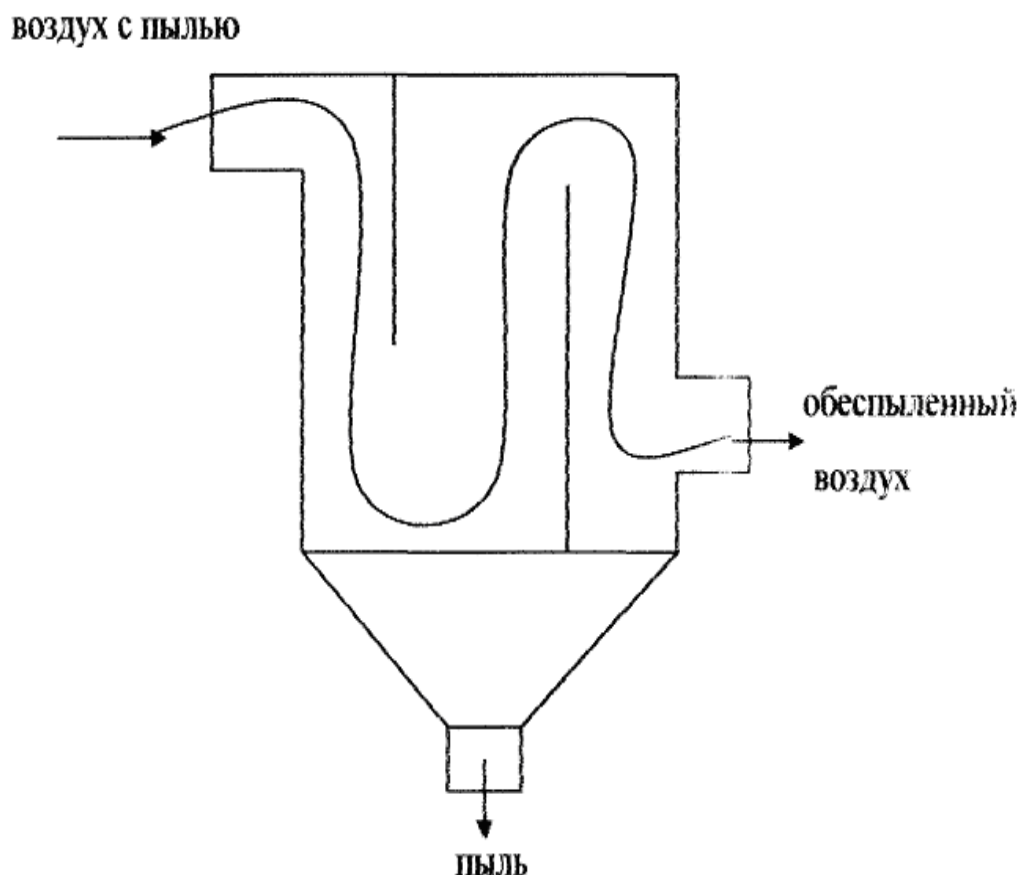


Рисунок 26- Центробежный пылеотделитель.

Для очистки сточных вод используют методы отстаивания, фильтрования, нейтрализация, озонирование и т.д. содержание загрязняющих веществ составляет на окончательном этапе 500-5000 мг/л и является не агрессивным. В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированное наблюдение за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения.

4.8 Возможные чрезвычайные ситуации в цехе агломерации

Рассмотрим возможные чрезвычайные ситуации в агломерационном цехе на примере плана ликвидации аварии, на участке спекания агломерата, и запишем их в виде таблицы 26

.Таблица 26. Возможные ЧС и меры их локализации.

Наименование аварии	При каких условиях возможны аварийные ситуации	Возможные развития аварии, в том числе за пределами цеха	Способы и средства предотвращения аварии	Меры по локализации аварии
1	2	3	4	5
1.Взрыв гремучей смеси в горне агломашины №1.	1.Остановка вентиляторов горна.	1.Разрушение конструкций горна, газо-провода. 2.Отравление персонала коксовым газом. 3.Остановка агломашины №1. 4.Остановка доменной печи.	1.Выполнение графика ППР. 2.Готовность резервного вентилятора. 3.Тренировка оперативного персонала. 4.Наличие резерва запасных частей, материалов, инструментов.	1.Запуск резервного вентилятора. 2.Остановка агломашины. 3.Перекрыть подачу газа в горн агломашины.

1	2	3	4	5
2. Загорание помещения силового управления приводом агломашины №1	1. Короткое замыкание в силовом (контрольном) кабеле. 2. Не срабатывание защиты при больших токах электроустановки. 3. Витковое замыкание в катушке контактора (реле).	1. Остановка дутьевых Вентиляторов. 2. Остановка агломашины №1. 3. Остановка доменной печи №1. 4. Отравление обслуживающего персонала коксовым газом. 5. Загорание кабельного полуэтажа. 6. Загорание машинного зала. 7. Загорание кабельной трассы примыкающей к ПСУ-78. 8. Вывод из строя металлостроений горна агломашины.	1. Выполнение графика ППР. 2. Наличие резервной аппаратуры. 3. Готовность резервной аппаратуры. 4. Наличие резервного питания в ПСУ-78. 5. Тренировка оперативного персонала.	1. Отключить установку из ПСУ – в случае загорания отдельно стоящей электроустановки. 2. Отключить все электрооборудование ПСУ из ТП-41”А” вводным автоматом – в случае загорания электропомещения и кабельных трасс. 3. Вызвать пожарную охрану. 4. Вызвать добровольный пожарный расчет цеха. 5. Приступить к тушению пожара используя первичные средства пожаротушения.

Заключение

Целью данной выпускной квалификационной работы является расчет электропривода агломерационной машины.

В результате выполненной выпускной квалификационной работы спроектирован электропривод, полностью отвечающий требованиям технического задания. Так, электромеханические характеристики электропривода, ограниченные значениями $\omega = \omega_{\max}$ и $I = I_{\text{доп}}$, удовлетворяют номинальным значениям области существования характеристик проектируемой системы преобразователь-двигатель.

Статические характеристики привода при настройке с П-регулятором ЭДС при минимальной скорости имеют наибольшую погрешность удовлетворяющую заданным требованиям по точности поддержания скорости.

При исследовании переходных процессов установлено, что динамические показатели качества САУ РЭП во всём диапазоне регулирования скорости полностью удовлетворяют требованиям технического задания.

.

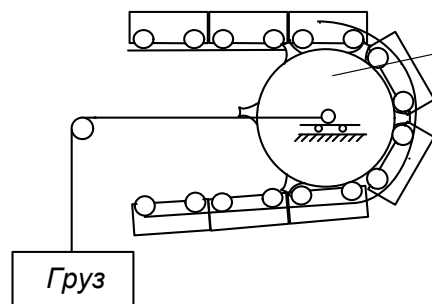
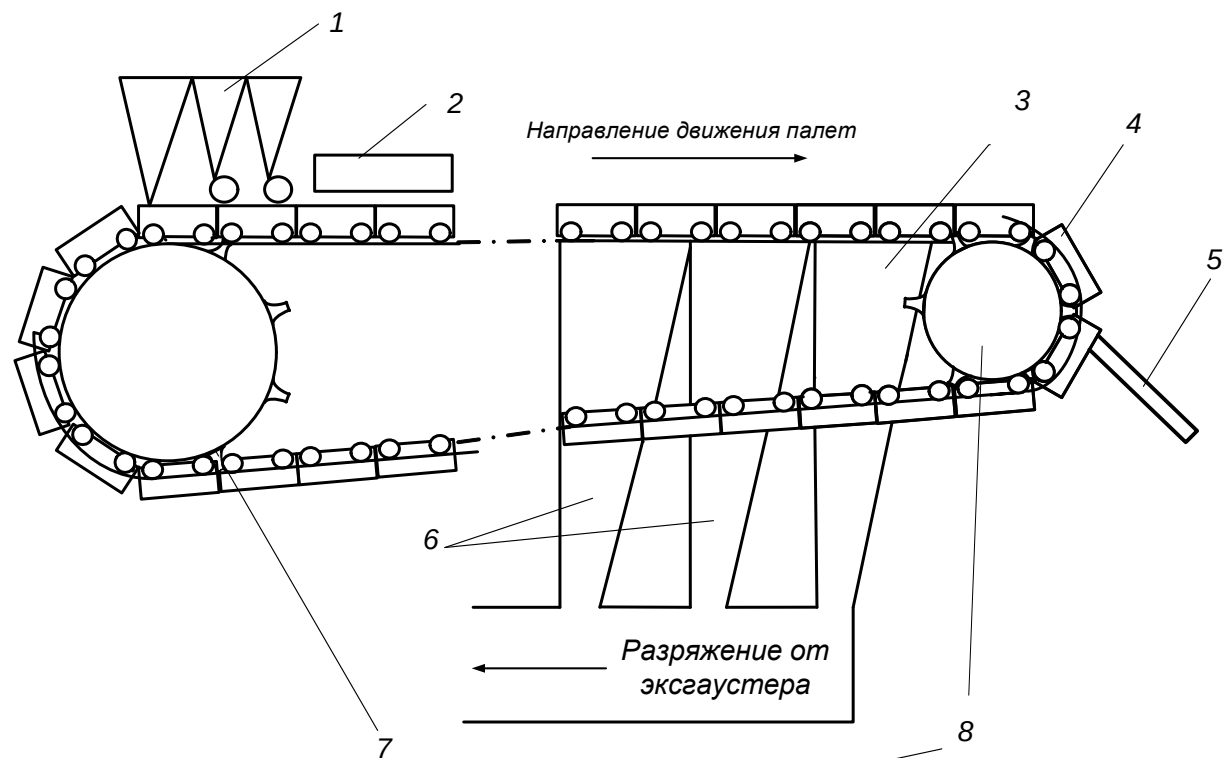
Список использованных источников.

1. Машины и агрегаты металлургических заводов.,1978.
2. Фотиев М.М. Электропривод и электрооборудование металлургических цехов. М.: Металлургия, 1990.
3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. - Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982.
4. Бычков В.П. Электропривод и автоматизация металлургического производства. М.: Высшая школа, 1997.
5. Перельмутер В.М. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник. М.: Энергоатомиздат, 1988.
6. Вешеневский С.Н. Характеристики двигателей в электроприводе. М.: Энергия, 1977.
7. Удут Л.С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование автоматизированных тиристорных электроприводов постоянного тока: Учебное пособие по курсовому проектированию. Томск, 1991.
8. Копылов И.П. Справочник по электрическим машинам. М.: Энергоатомиздат, 1988.
9. Удут Л. С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 3. – Электрические машины постоянного тока в системах автоматизированного электропривода: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2004. – 152 с.
10. Охрана труда в электроустановках. Под ред. Б.А. Князевского - М.: Энергоатомиздат, 1983.
11. СНИП 12.1.005.-88 Санитарные нормы промышленных предприятий.
12. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
13. Елгазин В.И. Расчет искусственного освещения.: Томск, 1971.

14. СНИП 2.04.03.-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.
15. Удут Л. С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование электроприводов. Часть 4. – Тиристорные преобразователи для электроприводов постоянного тока: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 152 с.
16. Удут Л. С., Мальцева О.П., Кояин Н.В. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 5. –Применение программы DORA-FUZZY в расчётах электроприводов постоянного тока: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 156 с.
- 17.Справочник по электрическим машинам в 2т. Под общей редакцией И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Т1. – М: Энергоатомиздат, 1988. – 456 с.: ил.
18. Электроприводы унифицированные трёхфазные серии ЭПУ1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ИГРФ.654674.001 ТО 1984.
- 19, Булычев А. Л., Галкин В. И., Прохоренко В. А. Аналоговые интегральные микросхемы. Справочник. – Минск: Беларусь, 1993. – 382 с.

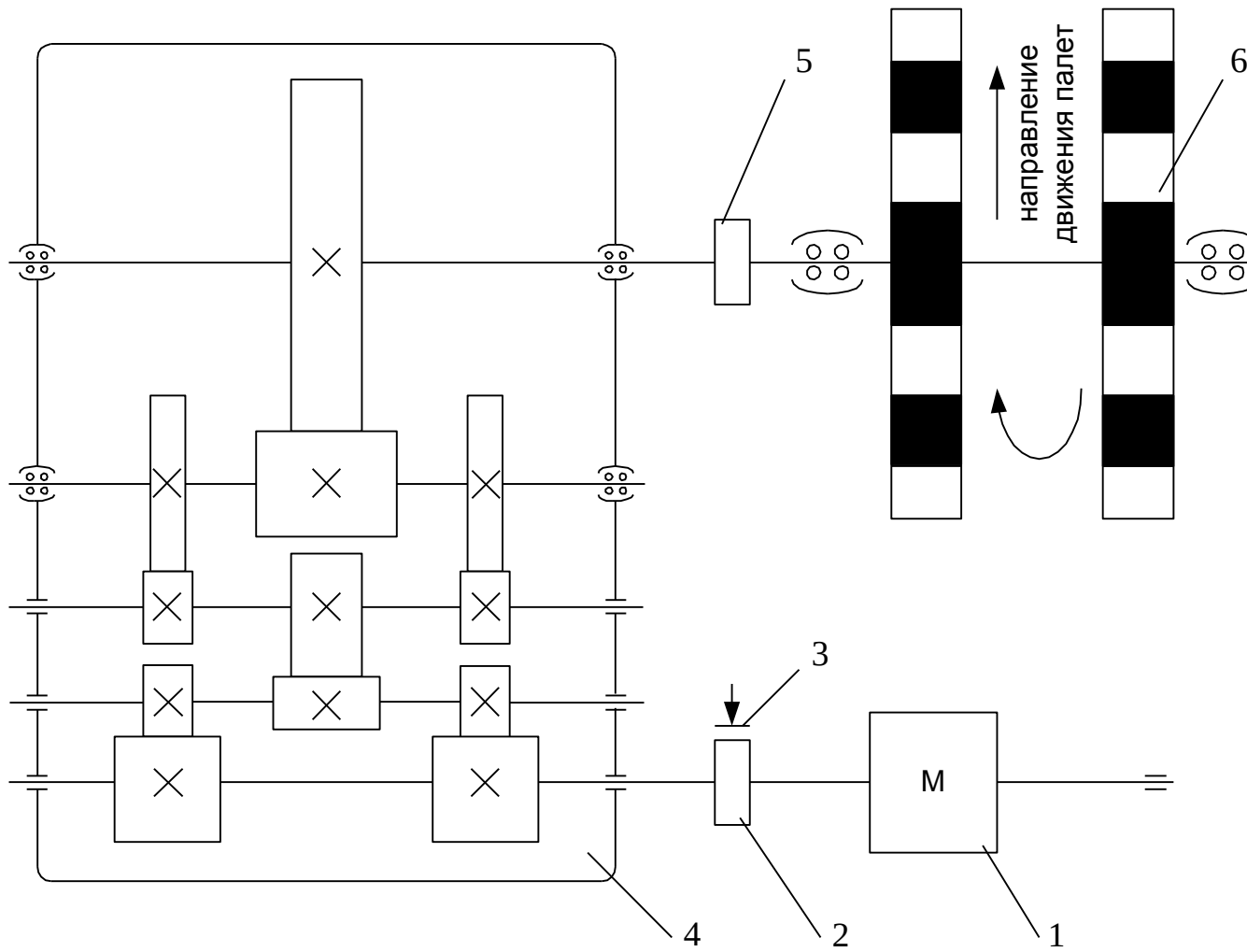
Приложение А
Графический материал.

Общий вид агломашины

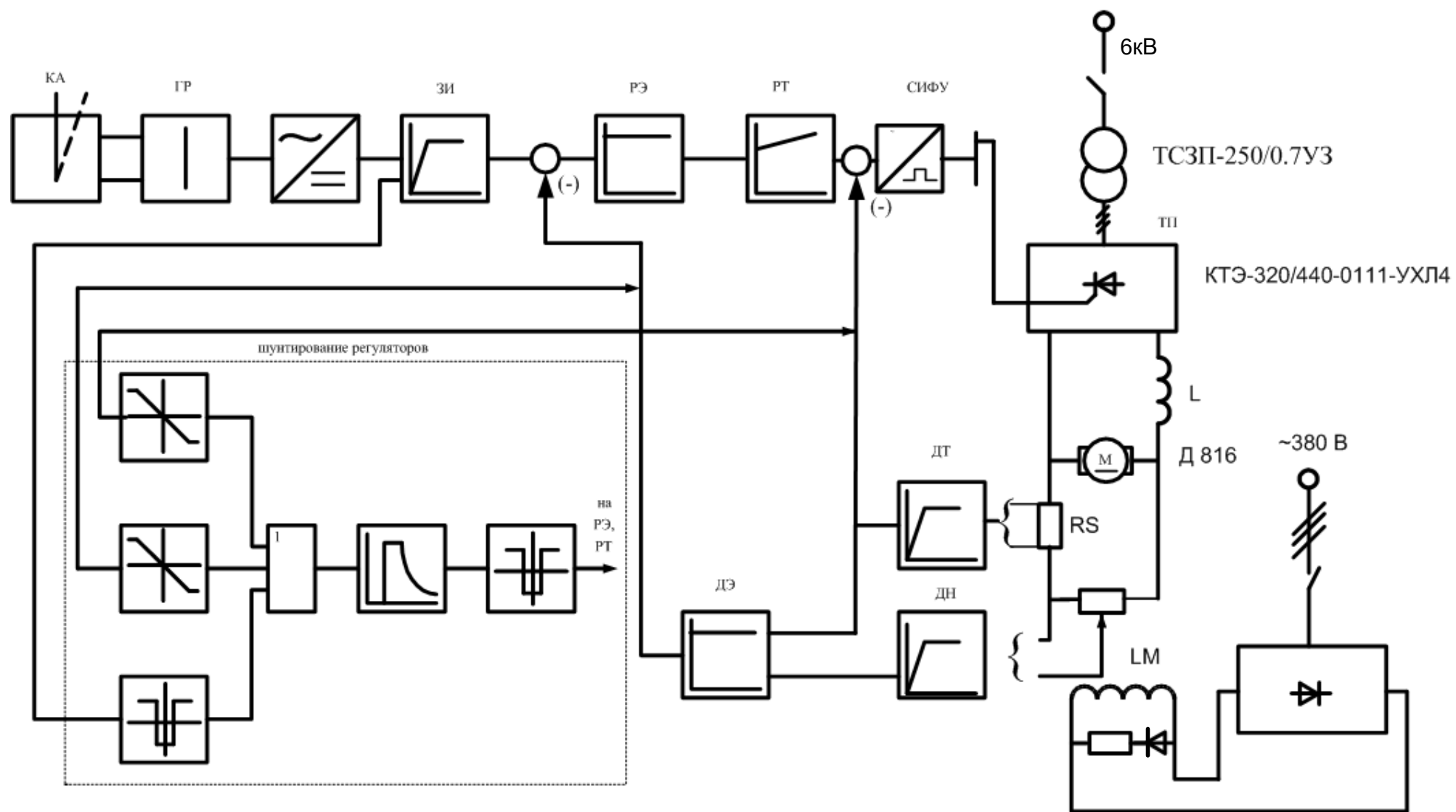


- 1-Бункера загрузки агломашины
- 2-Зажигательный горн
- 3-Газовый коллектор
- 4-Спекательная тележка (палета)
- 5-Приемная плита дробилки
- 6-Вакуум-камеры
- 7-Приводная звездочка
- 8-Разгрузочная звездочка

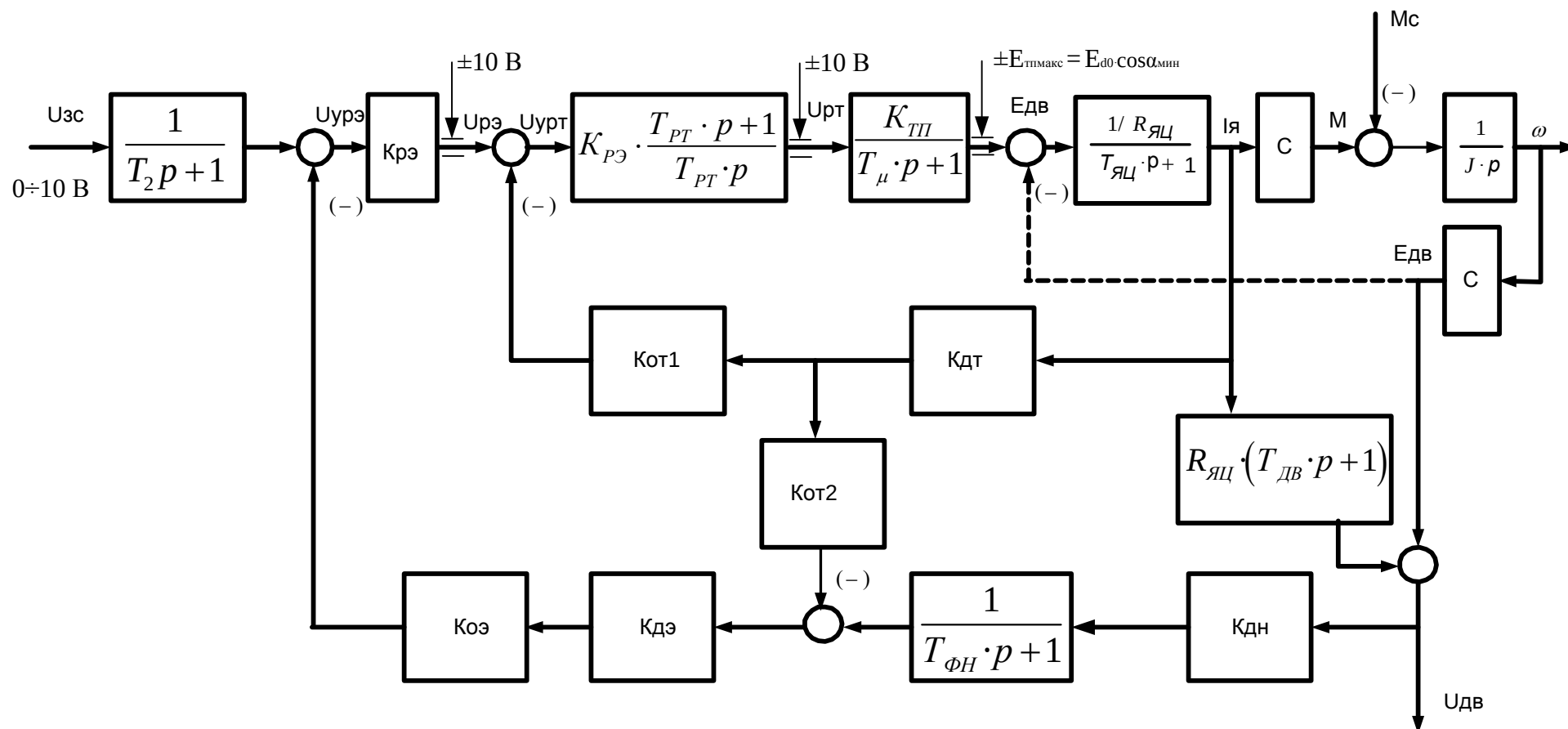
Кинематическая схема механизма агломашины

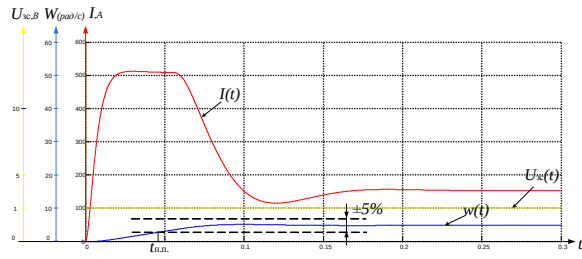


ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА АГЛОМЕРАЦИОННОЙ МАШИНЫ

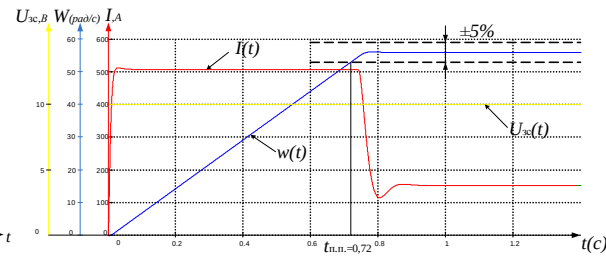


Структурная схема электропривода агломерационной машины

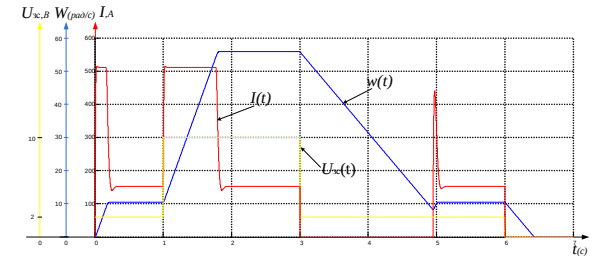




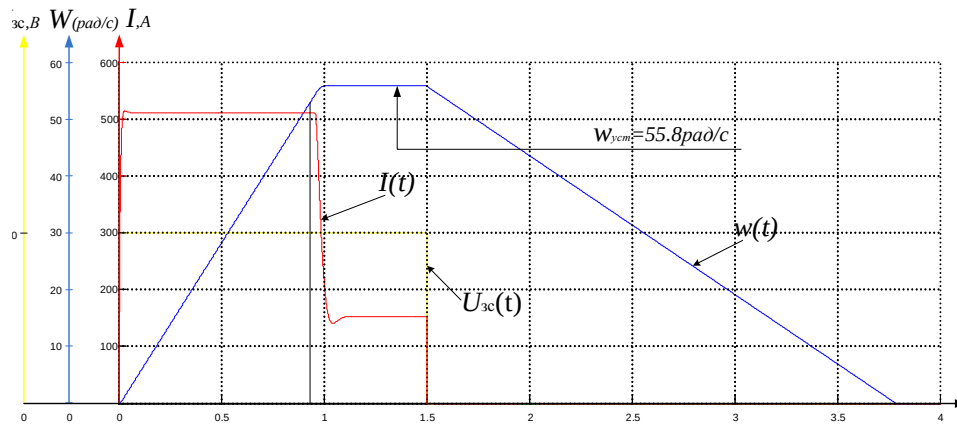
Переходные процессы при $M_c=1100 \text{ Н*м}$, $U_3=1 \text{ В}$, $t_{н.п.}=0.04 \text{ с}$



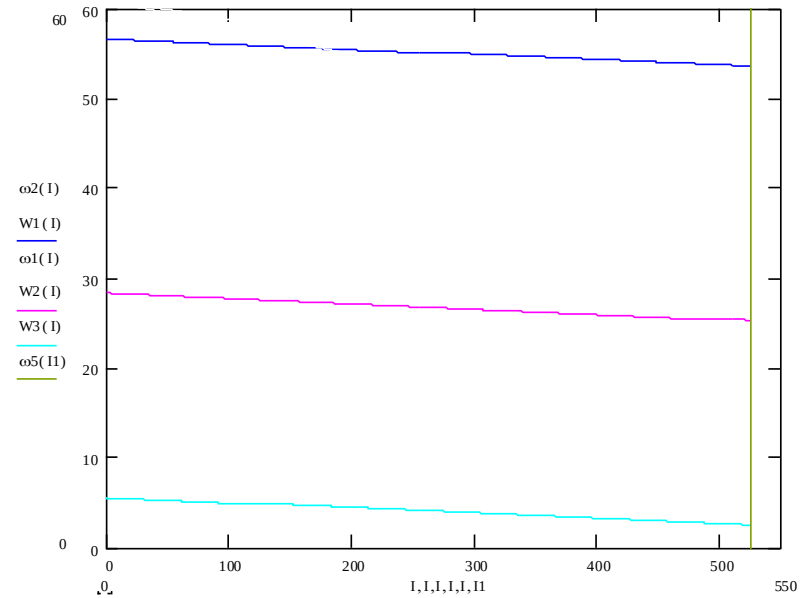
Переходные процессы при $M_c=1100 \text{ Н*м}$, $U_3=10 \text{ В}$, $t_{н.п.}=0.82 \text{ с}$



Переходные процессы при $M_c=1100 \text{ Н*м}$, $U_3=2 \text{ В}$,
увеличение $U_3=10 \text{ В}$, уменьшение $U_3=2 \text{ В}$ и торможении $U_3=0 \text{ В}$.



Переходные процессы при $M_c=1100 \text{ Н*м}$,
 $U_3=10 \text{ В}$ и торможении $U_3=0 \text{ В}$



Электромеханические характеристики при различном напряжении на якоре двигателя

Диаграмма Ганта

Этап работы	Вид работ	Исполнители *	Продолжительность одной работы дн.	Продолжительность выполнения работ по декадам										
				Фев.	Март			Апрель			Май			Июнь
				3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1	Составление технического задания	Р	1	-										
2	Изучение технической литературы	Д	23		—————									
3	Сбор необходимых данных по проекту	Д	17				—————							
4	Подготовка и ввод данных в среду разработки MATLAB	Д	1					-						
		Р	1					-						
5	Расчет в среде MATLAB нагрузок привода агломашины	Д	1					-						
		Р	1					-						
6	Выбор электрооборудования	Д	15						—————					
7	Расчет элементов электропривода, построение механических и электромеханических характеристик	Д	1							-				
		Р	1							-				
8	Проверка правильности выбора электрооборудования	Д	13								—————			
		Р	1								-			
9	Оформление расчётно-пояснительной записки	Д	17									—————		
10	Сдача проекта	Д	6										—————	
		Р	1											-

*Примечание. «Р»-руководитель; «Д»-дипломник.

