

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

Институт: Энергетический
Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника 13.03.02
Кафедра Электропривода и электрооборудования

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Электропривод вагоноопрокидывателя

УДК

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ4А	Заикин Максим Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭПЭО	И.Г. Однокопылов	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	А.А. Фигурко	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	И.И. Романцов	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электропривода и электрооборудования	Ю.Н. Дементьев	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт: Энергетический
Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника 13.03.02
Кафедра Электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ4А	Заикину Максиму Юрьевичу

Тема работы:

Электропривод вагоноопрокидывателя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.02.16 №1023/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Вагоноопрокидыватель роторный стационарный. Режим работы – повторно-кратковременный. Характер нагрузки на валу механизма – реактивный. Электропривод – реверсивный, диапазон регулирования 1:10. Статическая погрешность поддержания скорости вращения не более 10%.
---	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Введение; описание технологического процесса; обоснование и выбор системы электропривода; выбор элементов и расчет параметров силового канала регулируемого электропривода; расчет статических и динамических характеристик; безопасность и экологичность проекта; экономическая часть; заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фигурко А.А., Доцент кафедры менеджмента, к.э.н.
Социальная ответственность	Романцов И.И., Ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, к.т.н., доцент
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
На русском языке: Описание технологического процесса, выбор элементов и расчёт силового канала электропривода, разработка и исследование имитационных моделей электропривода вагоноопрокидывателя, финансовый менеджмент, социальная ответственность.	
На английском языке: Приложение А.	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры ЭПЭО	И.Г. Однокопылов	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ4А	Заикин Максим Юрьевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа _____ 111 _____ с., _____ 34 _____ рис., _____ 25 _____ табл.,
_____ 18 _____ источников, _____ 1 _____ прил.

Ключевые слова: _____ Вагоноопрокидыватель, _____ двухдвигательный _____ частотно-регулируемый электропривод, скалярная IR-компенсация, _____

Объектом исследования является (ются) _____ Частотно-регулируемый электропривод переменного тока _____

Цель работы – _____ Обеспечить плавность протекания переходных процессов, ограничить броски тока и момента в системе, снизить энергопотребление _____

В процессе исследования проводились _____ расчеты и выбор приводных двигателей, преобразователей частоты, а также необходимых параметров системы управления _____

В результате исследования _____ был выбран и обоснован необходимый закон управления, получены частотные характеристики двигателей, определены необходимые параметры. В результате имитационного моделирования были проанализированы показатели системы в основных режимах работы _____

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: _____ стационарные роторные и башенные боковые, по грузоподъемности полувагона, по количеству одновременно разгружаемых полувагонов _____

Область применения: _____ металлургия, промышленное и сельскохозяйственное производство, карьеры, шахты _____

Экономическая эффективность/значимость работы _____ в _____ разделе экономики произведен расчет затрат на проведение научно-исследовательских работ и внедрение проекта по замене системы электропривода вагоноопрокидывателя _____

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС РАБОТЫ КОМПЛЕКСА ВАГОНООПРОКИДОВАТЕЛЯ.	9
1.1.Размещение технологических механизмов и электрического оборудования комплекса	9
1.2. Устройство и характеристики вагоноопрокидывателя	11
1.3. Технологический процесс работы комплекса	16
2. ПРОЕКТНО-РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	19
2.1 Выбор электродвигателя	Error! Bookmark not defined.
2.2 Обоснование применения частотно-регулируемого электропривода.....	23
2.3 Выбор преобразователя частоты	24
2.4 Система «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель»	25
2.5 Электромеханические и механические частотные характеристики	Error! Bookmark not defined.
2.6 Электромеханические и механические характеристики системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» с IR-компенсацией	29
3. ИМИТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	31
3.1 Имитационная модель прямого пуска электродвигателя МТКН 411-6..	31
3.2 Имитационная модель частотного управления со скалярной IR- компенсацией.....	33
3.3 Имитационная модель двухдвигательного электропривода вагоноопрокидывателя с частотным управлением и скалярной IR- компенсацией.....	37
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЕ	42
4.1 Предпроектный анализ.....	42

4.2	Потенциальные потребители результатов исследования	42
4.3	Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	43
4.4.	FAST-анализ	45
4.5	Дерево целей проекта	49
4.6	Оценка готовности проекта к коммерциализации.....	51
4.7	Планирование управления научно-техническим проектом	53
4.8	Разработка графика проведения научного исследования	55
4.9.1	Основная заработная плата	57
4.9.2	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	60
4.9.3	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	60
4.9.4	Накладные расходы	62
5	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	65
5.1	Анализ опасных и вредных факторов.....	65
5.2	Техника безопасности.....	66
5.3	Производственная санитария.....	70
5.4	Чрезвычайные ситуации.....	73
5.5	Охрана окружающей среды	75
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	77
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	78
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	80

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

На сегодняшний день наиболее эффективным механизмом для разгрузки сыпучих материалов из железнодорожного транспорта является комплекс вагоноопрокидывателя. В таких механизмах применяется двухдвигательный электропривод с разомкнутой по скорости параметрической системой управления с асинхронными электродвигателями с фазным ротором (АДФР), обеспечивающий равномерную загрузку двигателей в статических режимах. Основными недостатками существующей системы электропривода являются не обеспечение требуемых динамических и статических показателей, повышенное энергопотребление. При опрокидывании вагонов с использованием данной системы происходит образование в механических элементах значительных динамических нагрузок. В настоящее время существует тенденция применения электродвигателей с короткозамкнутым ротором (АДКЗ), которые обладают простой и надежной конструкцией.

В связи с появлением современной преобразовательной техники, становится актуальным построение системы электропривода переменного тока с АДКЗ для механизма кантования, учитывающей особенности его работы.

Для исследования двухдвигательного электропривода используется математическая модель системы электропривода механизма кантования вагоноопрокидывателя.

Исследования в области энергосберегающих систем электропривода механизма кантования вагоноопрокидывателя являются актуальной задачей, так как совершенствование систем

электропривода приводит к повышению энергоэффективности и увеличению надежности работы механизмов.

Целью работы является снижение электрических нагрузок на электродвигатели и динамических нагрузок на механическую часть вагоноопрокидывателя и полувагон и повышение за этот счет срока эксплуатации при интенсивных повторно-кратковременных режимах работы с помощью высоконадежной двухдвигательной системы электропривода с улучшенной энергоэффективностью.

Значимость:

- разработанный электропривод позволит снизить потери в системе электропривода, а также повреждаемость механизма и подвижного состава (полувагонов и вагонов), что позволит увеличить срок эксплуатации как асинхронных электродвигателей, так и конструкции вагоноопрокидывателя;

- система скалярного двухдвигательного частотного электропривода приведет к снижению износа механической части вагоноопрокидывателя, продлению срока эксплуатации двигателей за счет исключения тяжелых пусковых режимов и применения простых в обслуживании недорогих и надежных АДКЗ;

- разработанная система электропривода позволит в среднем на 20% снизить энергопотребление и уровень реактивной мощности во всех режимах работы за счет применения частотных преобразователей с рекуперацией энергии в сеть и исключения роторных сопротивлений.

1. Технологический процесс работы комплекса вагоноопрокидывателя.

1.1.Размещение технологических механизмов и электрического оборудования комплекса

Помещение станции управления (ПСУ) на рис.1 представляет собой трех-этажное здание, на первых двух этажах которого расположено электрооборудование первого и второго вагоноопрокидывателей, на третьем - непосредственно рабочее место оператора, включающее в себя пульт управления вагоноопрокидывателем и толкателем, а также интерфейс, который отображает все основные контролируемые параметры ЭП.

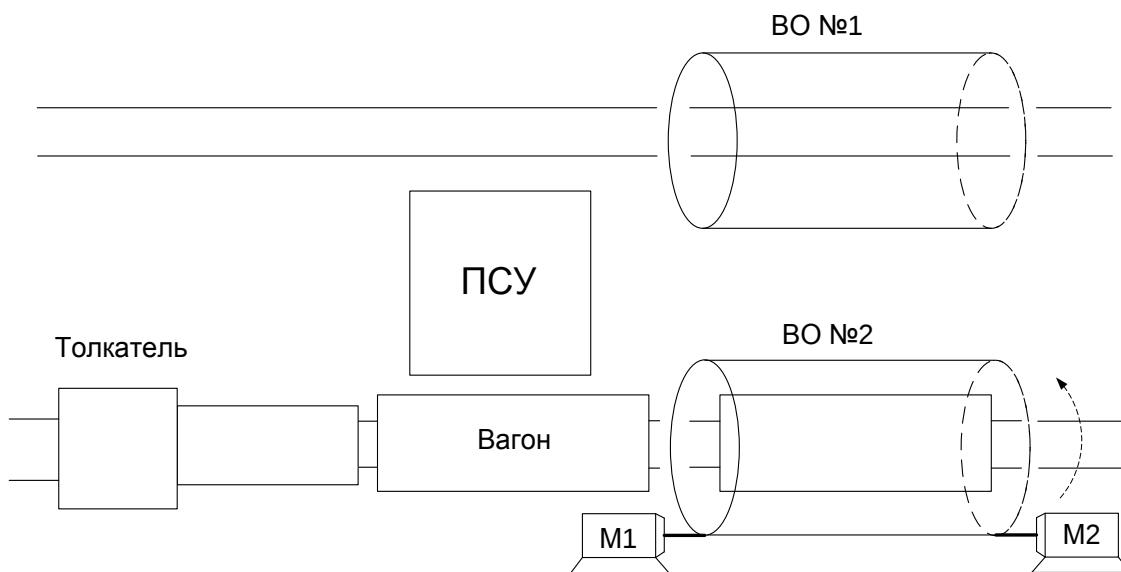


Рисунок 1 - Расположение технологических механизмов

Вагоноопрокидыватель предназначен для разгрузки полувагонов с различными технологическими материалами, поступающими на дробильно-сортировочную фабрику аглоизвесткового производства рисунок 1. ВО состоит из ротора, установленного на катковые опоры по которым происходит его вращение с помощью двух асинхронных электродвигателей

краново-металлургической серии с короткозамкнутым ротором, работающих через силовые редукторы на общий тихоходный вал на рис.2. Тихоходный вал посредством промежуточных шестерен передает усилие на зубчатые венцы ротора.

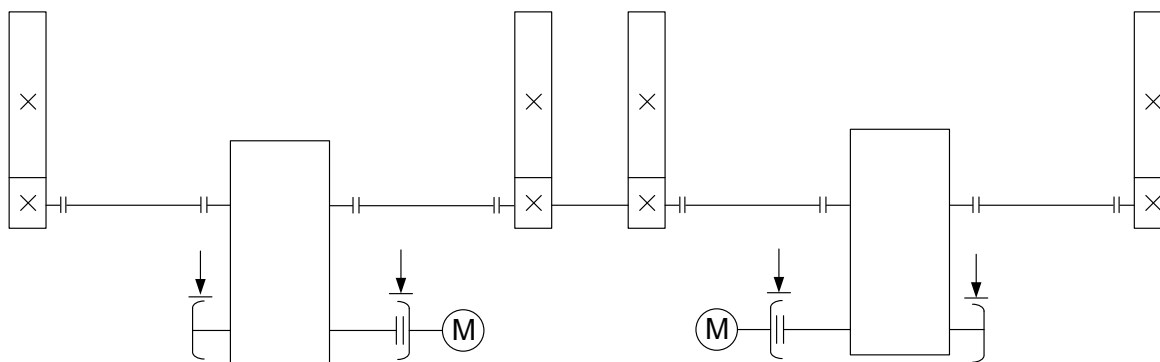


Рисунок 2 - Кинематическая схема вагоноопрокидывателя

Привод вращения ВО оборудован двумя тормозами с гидравлическими толкателями с асинхронными двигателями. На каждом тормозе установлено по два толкателя. На верхних балках ротора установлены два вибратора направленного действия с асинхронными электродвигателями, предназначенные для встряхивания вагонов с целью их очистки от налипших на стенки материалов.

Под вагоноопрокидывателем находится бункер, который направляет материал на пластинчатые питатели, расположенные на глубине 8-9 метров, с которых он попадает на конвейер и уходит в дробильно-сортировочную фабрику для дальнейшей обработки.

1.2. Устройство и характеристики вагоноопрокидывателя

Основные технические характеристики вагоноопрокидывателя представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики вагоноопрокидывателя.

№ п/п	Наименование параметров	Норма
1.	Параметры полувагонов, разгружаемых на ВО:	
	высота, мм	3274....3780
	длина по осям автосцепок, мм	13920... 16400
	ширина, мм	3130....3200
2.	Габаритные размеры вагоноопрокидывателя:	
	высота, мм	9038
	длина по осям автосцепок, мм	9634
	ширина, мм	17470
3.	Общие показатели:	
	колея, мм	1520
	угол поворота ротора, рад (градус)	2,967... 3,054 (175 ...179)
	время разгрузки полувагона (прямой и обратный ход), с	62....72
	род тока	переменный
	напряжение, В	380
	частота, Гц	50
	температура окружающей среды, С	-45...+60
4.	Привод:	
4.1.	Электродвигатель:	
	тип	4МТН280-М10
	мощность, кВт	60
	частота вращения, с" (об/мин)	9,12(570)
	режим работы	ПВ = 40 %
	количество, шт.	2
4.2.	Редуктор:	
	ТИП	ПДН-630 80,68
	передаточное число количество, шт.	2
4.3.	Тормоз:	
	тип	ТЭ-80
	максимальный тормозной момент, Нм	1200
	режим работы	ПВ = 40 %
	диаметр тормозного шкива, мм	400
	количество, шт.	4

Продолжение таблицы 1.

4.4.	Командоаппарат: тип число цепей, шт. передаточное число количество, шт.	КА426А - 5У2 6 5 2
4.5.	Открытая передача. тип модуль, мм число зубьев шестерни число зубьев венца (на полную окружность), шт.	Цилиндрическая прямозубая 25 39 305 7,82
5.	Вибратор:	
	тип частота колебаний, Гц возмущающая сила, т количество, шт	Эксцентриковый направленного действия 25 4,5 2
5.1	Электродвигатель: тип мощность, кВт частота вращения, с ⁻¹ (об/мин) режим работы	ДМ160МВ4 11 25(1500) ПВ = 40 %
6.	Конечный выключатель: тип количество, шт.	КУ-701АУ2 1
7	Момент инерции механизма	10 кг м ²

Вагоноопрокидыватель состоит из ротора 1(рис. 3) платформы 2, люлек 3, привода 4, роlikоопор 5, вибраторов 6, привалочных стенок 7.

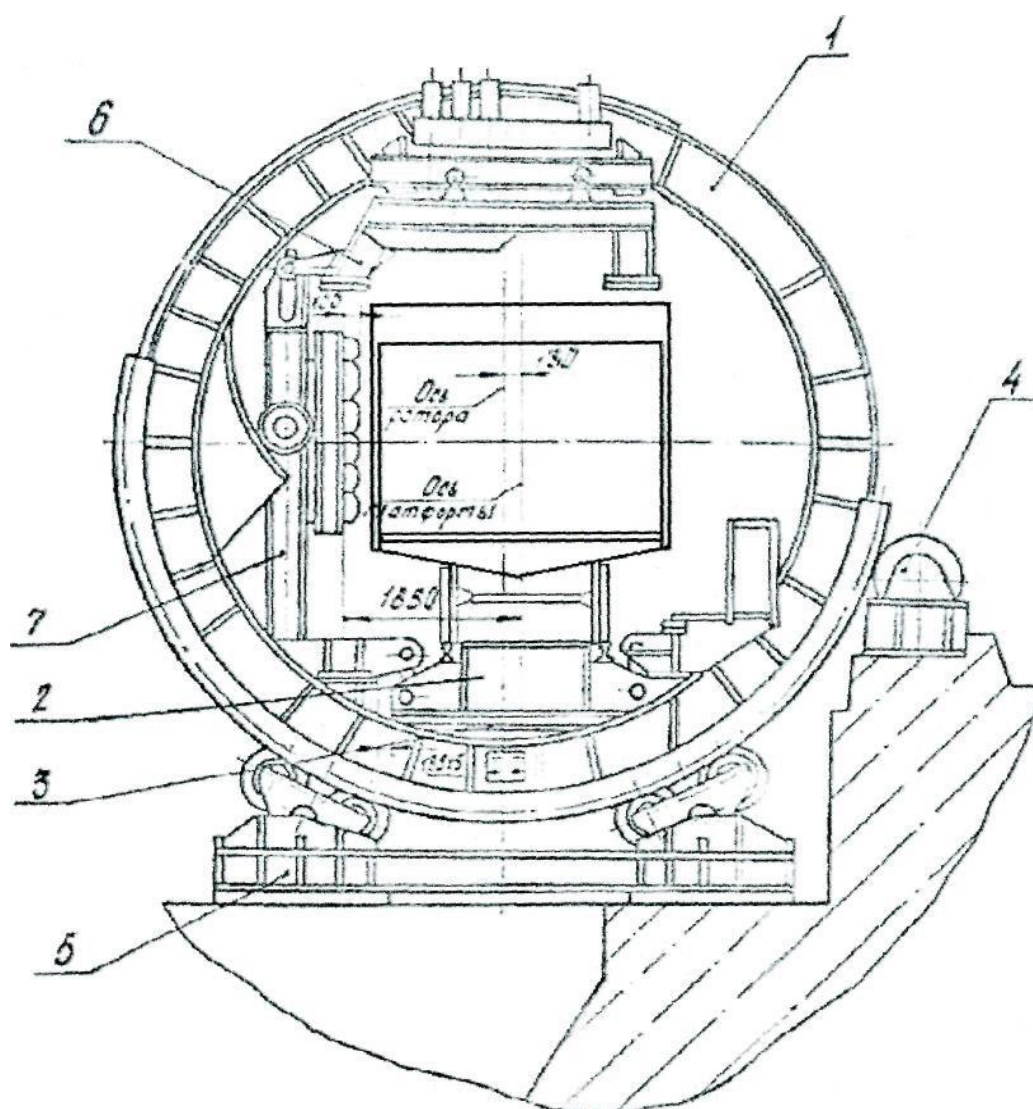


Рисунок 3 - Общий вид вагоноопрокидывателя.

1) Ротор.

Ротор вагоноопрокидывателя представляет собой сварную металлоконструкцию, состоящую из четырех дисков, попарно соединенных между собой продольными связями. В верхней части ротора диски соединены между собой балками, к которым при помощи шпилек и комплекта пружин подвешены рамы вибраторов. На дисках ротора

установлены рассекатели и щиты предохранения роlikоопор и цапф от засыпания грузом при разгрузке полувагонов. На каждом диске ротора крепится бандаж и зубчатый венец, которые обеспечивают поворот ротора на 179° . Крепление бандажа и венца к диску ротора осуществляется болтами. В верхней части ротора, противоположной привалочной стенке, имеется обшивка и шарнирно подвешенные щиты, способствующие локализации пыли. При работе вагоноопрокидывателя щиты прижимаются к вагону, не давая возможности пыли подняться вверх вдоль вагона.

2) Платформа.

Платформа представляет собой сварную конструкцию, подвешенную на восьми тягах к люлькам. Такая подвеска обеспечивает боковую привалку полувагонов к привалочным стенкам люлек. С целью смягчения боковой привалки полувагонов между платформой и люльками установлены пружинные буфера. Совмещение рельсов платформы с рельсами железнодорожного пути фундамента осуществляется упором боковых роликoв платформы в фундамент. Для ограничения продольного перемещения платформы на торцах фундамента установлены ролики (по одному с каждого торца). Между роликами и торцовыми листами платформы имеются зазоры 5 мм. Для точной фиксации полувагон на платформе вагоноопрокидывателя со стороны подачи устанавливается тормозное устройство рычажно-пружинного действия. Вагон своей первой колесной парой входит в контакт с тормозной шиной и останавливается. После этого происходит поворот ротора и разгрузка полувагона.

3) Люльки и привалочные стенки.

В роторе установлены две люльки, каждая из которых представляет собой изогнутую рамную металлоконструкцию, состоящую из двух опорных

балок и привалочной стенки. Каждая привалочная стенка состоит из рамы верхней и стенки подвижной. Крайние привалочные стенки соединены со средней стенкой шарнирно.

Для повышения сохранности полувагонов и увеличения износостойкости резиновой облицовки, привалочные стенки выполнены подвижными относительно рам верхних люлек и соединены с ними шарнирно с помощью рычагов, образующих параллелограмм. На каждой привалочной стенке имеются две цапфы, с помощью которых стенки опираются в верхней части на диски ротор. В нижней части люлька на боковых тягах подвешена к кронштейнам дисков ротора. Такая система подвески люлек обеспечивает вертикальную привалку полувагона. Для смягчения удара при возврате в исходное положение платформы с люльками на опорных балках люлек установлено восемь пружинных буферов. В исходном положении буфера находятся в сжатом состоянии, и люльки должны плотно без зазоров, опираться на все кронштейны на дисках ротора.

4) Роликоопора.

Ротор установлен на четырех роликоопорах. Каждая роликоопора состоит из рамы, к которой болтами крепится два кронштейна с закрепленными на них балансирными. На балансирах установлено по два катка, на которые опирается бандаж ротора. Продольное перемещение при его вращении ограничивается ребордами на катках крайних роликоопор. Катки оборудованы специальными скребками, обеспечивающими самоочистку катка от разгружаемого материала.

5) Привод.

Вращение ротора осуществляется двумя приводами, которые соединены с приводными шестернями посредством промежуточных валов и зубчатых

муфт. Приводные шестерни установлены на подшипниках и входят в зацепление с венцами, закрепленными на дисках ротора. Крайние шестерни соединены с командоаппаратами. На каждом приводе установлен электродвигатель 4МТН 280-М10, редуктор ЦДН-630 и два тормоза ТЭ-80.

6) Вибраторы.

Вибраторы состоят из двух сварных рам - подвижной и неподвижной. Неподвижная рама подвешена к верхней балке ротора, на ней жестко закреплен вибратор направленного действия. Подвижная рама подвешена к неподвижной и соединена с направляющими на привалочных стенках кронштейнами с роликами. При опрокидывании полувагон опирается верхними обвязочными брусками на опорные балки подвижной рамы.

1.3. Технологический процесс работы комплекса

Предназначенные для разгрузки полувагоны подаются к вагоноопрокидывателю и по одному устанавливаются на его платформе. Установка полувагона на платформе и его фиксация тормозным устройством производится машинистом вагоноопрокидывателя. После установки полувагона машинист переводом рукоятки командоконтроллера включает электродвигатели механизма опрокидывания. В начальный момент при некотором повороте ротора 1 (см. на рис.3) платформа 2 с полувагоном перемещается под действием собственной массы и пружинных буферов к подвижным привалочным стенкам до полного прилегания к ним кузова полувагона. Происходит боковая привалка. Боковая привалка определяется поворотом ротора:

- с полувагоном грузоподъемностью 60 т на $19^{\circ} 51'$;
- с полувагоном грузоподъемностью 93-110 т на 16° .

При дальнейшем вращении ротора подвижная привалочная стенка с полувагоном, перемещаясь на рычагах, опирается на люльки. Вертикальный ход подвижной привалочной стенки равен ходу пружин тележек полувагонов. При повороте ротора на $48^{\circ}30'$ положение полувагона относительно ротора не меняется, а после указанного поворота происходит перемещение люлек 3 с платформой и полувагоном до соприкосновения верхней обвязки кузова с опорами рам вибраторов 6. Происходит вертикальная привалка полувагона. Вертикальная привалка определяется поворотом ротора:

- с полувагоном грузоподъемностью 60 т на $83^{\circ}30'$;
- с полувагоном грузоподъемностью 93-110 т на 73° .

Дальнейшее вращение ротора происходит с полувагоном, опирающимся на рамы вибраторов. При этом платформа под действием собственной массы прижимается к колесам полувагона. При повороте ротора на $175^{\circ} \dots 179^{\circ}$ включаются вибраторы. Создаваемые вибраторами направленные колебания передаются кузову полувагона, способствуя высыпанию груза. Длительность очистки для различных грузов составляет $5 \dots 10$ с. После разгрузки полувагона электродвигатели привода включаются на обратный ход, и люльки с полувагоном и платформой в обратном порядке возвращаются в исходное положение. После возврата в исходное положение порожний полувагон выталкивается из вагоноопрокидывателя, а на его место устанавливается следующий груженный полувагон. Цикл работы повторяется.



Рисунок 4 – Циклограмма ротора вагоноопрокидывателя.

2. ПРОЕКТНО-РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ



Рисунок 5 - Нагрузочная диаграмма двигателя

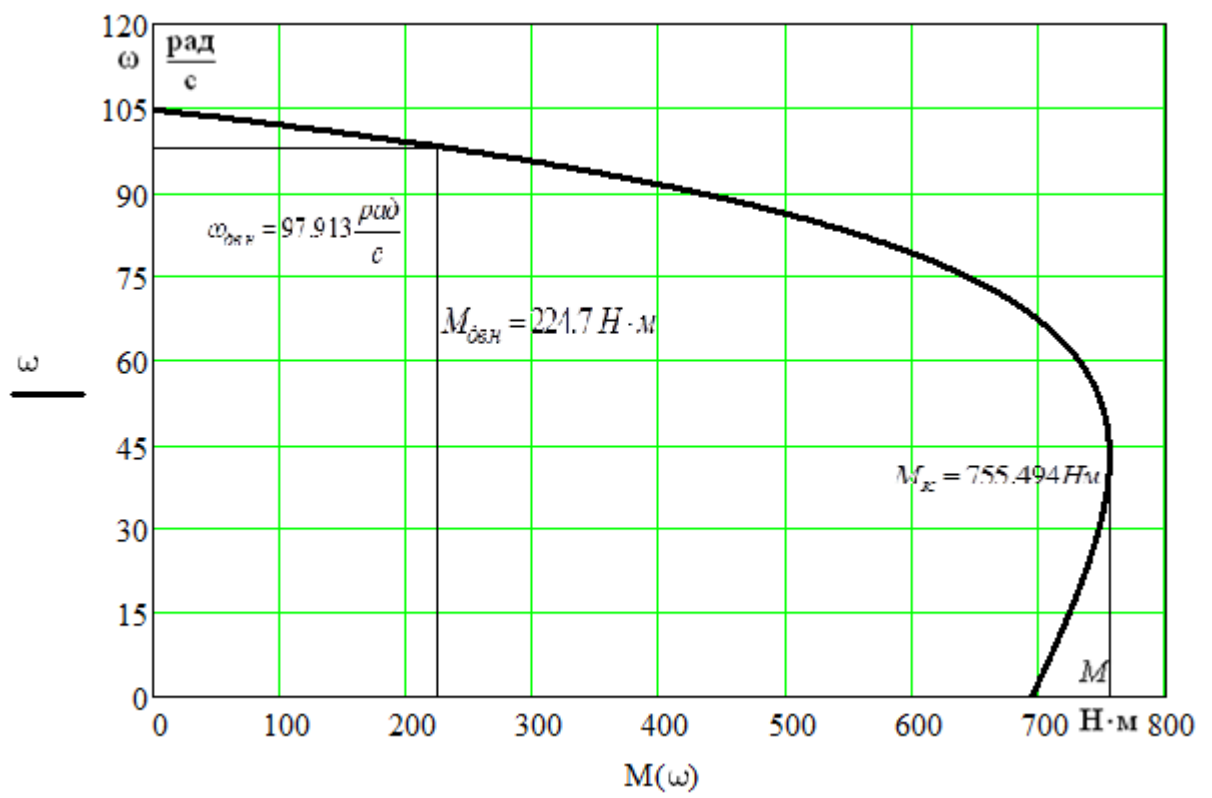


Рисунок 7 – Механическая характеристика электродвигателя $M=f(\omega)$

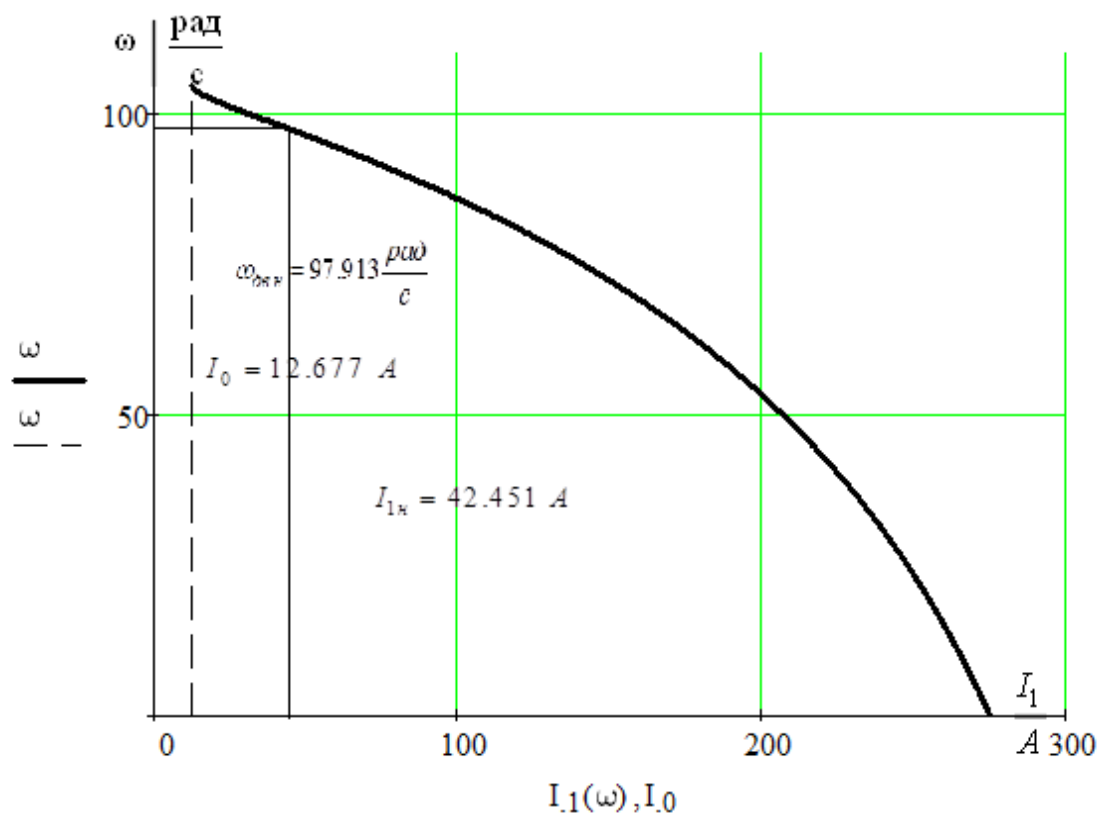


Рисунок 8 – Естественная электромеханическая характеристика $I_1 = f(\omega)$

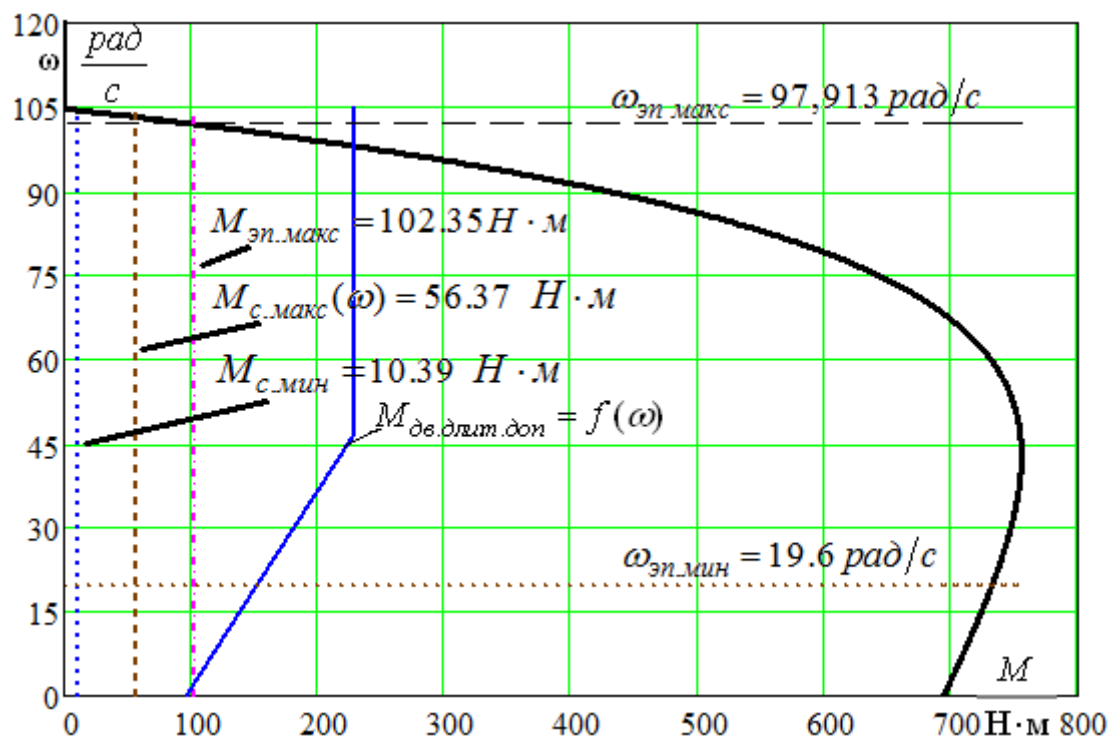


Рисунок 9 – Естественная механическая характеристика двигателя с учётом области работы электропривода

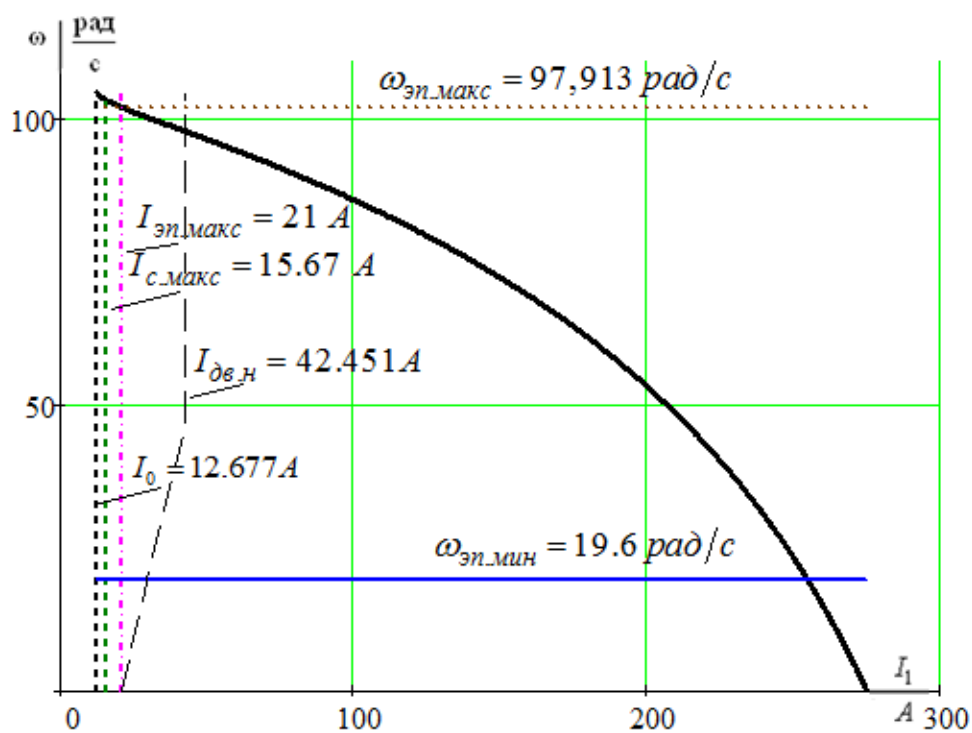


Рисунок 10 – Естественная электромеханическая характеристика двигателя с учётом области работы электропривода

2.2 Обоснование применения частотно-регулируемого электропривода

1. В действующей установке – привод с асинхронными электродвигателями с фазным ротором.

2. Основными недостатками существующей системы электропривода являются не обеспечение требуемых динамических и статических показателей, повышенное энергопотребление. При опрокидывании вагонов с использованием данной системы происходит образование в механических элементах значительных динамических нагрузок. Частотно-регулируемый электропривод позволит снизить нагрузку в механической части установки, повысить энергоэффективность и автоматизировать технологический процесс.

3. Для моделирования прямого включения электродвигателя в сеть применим модель асинхронного двигателя в неподвижной системе координат статора α, β . [4]

2.3 Выбор преобразователя частоты

1. Параметры питающей сети: 3-х фазная сеть 380/220 В, 50 Гц.

2. Выходные параметры преобразователя частоты:

- 3 фазы;
- максимальное выходное (линейное) напряжение 380 В;
- максимальная выходная частота преобразователя должна удовлетворять

условию
$$f_{n \text{ макс}} > 50 \cdot \frac{\omega_{\text{эл. макс}}}{\omega_0 \cdot (1 - s_k)} = 50 \cdot \frac{97,913}{104,7 \cdot (1 - 0.602)} = 117,5 \text{ Гц} .$$

- минимальная выходная частота преобразователя должна удовлетворять условию

$$f_{n \text{ мин}} \leq 50 \cdot \frac{\omega_{\text{эл. мин}}}{\omega_0} \leq 50 \cdot \frac{19,6}{104,7} \leq 9,36 \text{ Гц} .$$

3. Преобразователь выбирается по номинальному (длительно допустимому) току $I_{\text{ин}}$ и максимальному (кратковременно допустимому) току $I_{\text{и макс}} = I_{\text{ин}} \cdot k_{\text{иу}}$, где $k_{\text{иу}}$ – коэффициент допустимой перегрузки инвертора по току, по следующим условиям:

$$I_{\text{ин}} \geq I_{1\text{лн}} \cdot \frac{M_{\text{с.эл}}}{M_{\text{эм.н}}} \geq 42,45 \cdot \frac{56,37}{224,7} \geq 10,65 \text{ А} ;$$

$$I_{\text{и макс}} \geq I_{1\text{лн}} \cdot \frac{M_{\text{эл. макс}}}{M_{\text{эм.н}}} \geq 42,45 \cdot \frac{102,35}{224,7} \geq 19,3 \text{ А} .$$

Принимаем способ управления – скалярное, диапазон регулирования

10. Согласно выбранному способу управления выбираем преобразователь с возможностью скалярного управления.

Выберем преобразователь частоты фирмы SIEMENS SIMOVERT MASTERDRIVES Vector Control блочного исполнения серии 6SE70.

2.4 Система «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель»

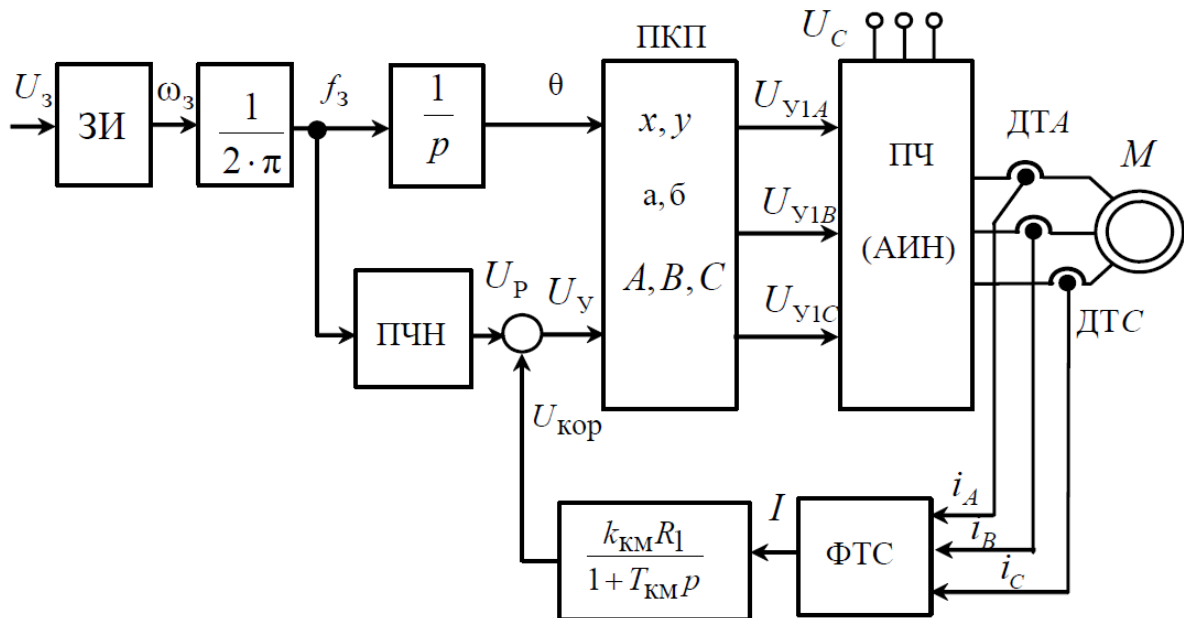


Рисунок 11 – Функциональная схема скалярной системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель

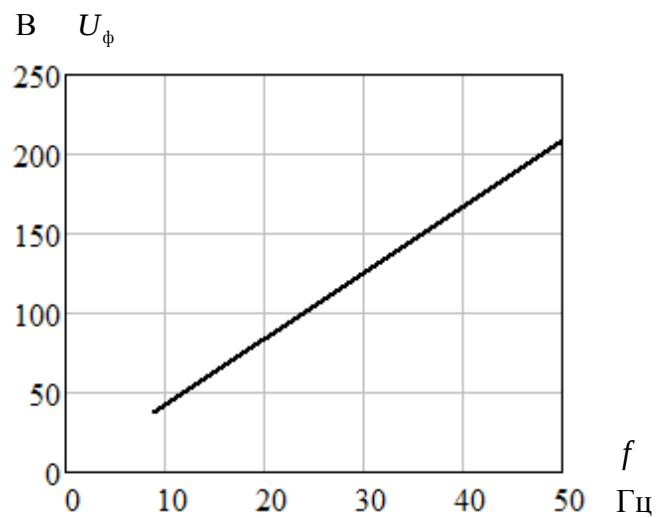


Рисунок 12 – Вольт-частотная характеристика при $\frac{U_1}{f_1} = const$

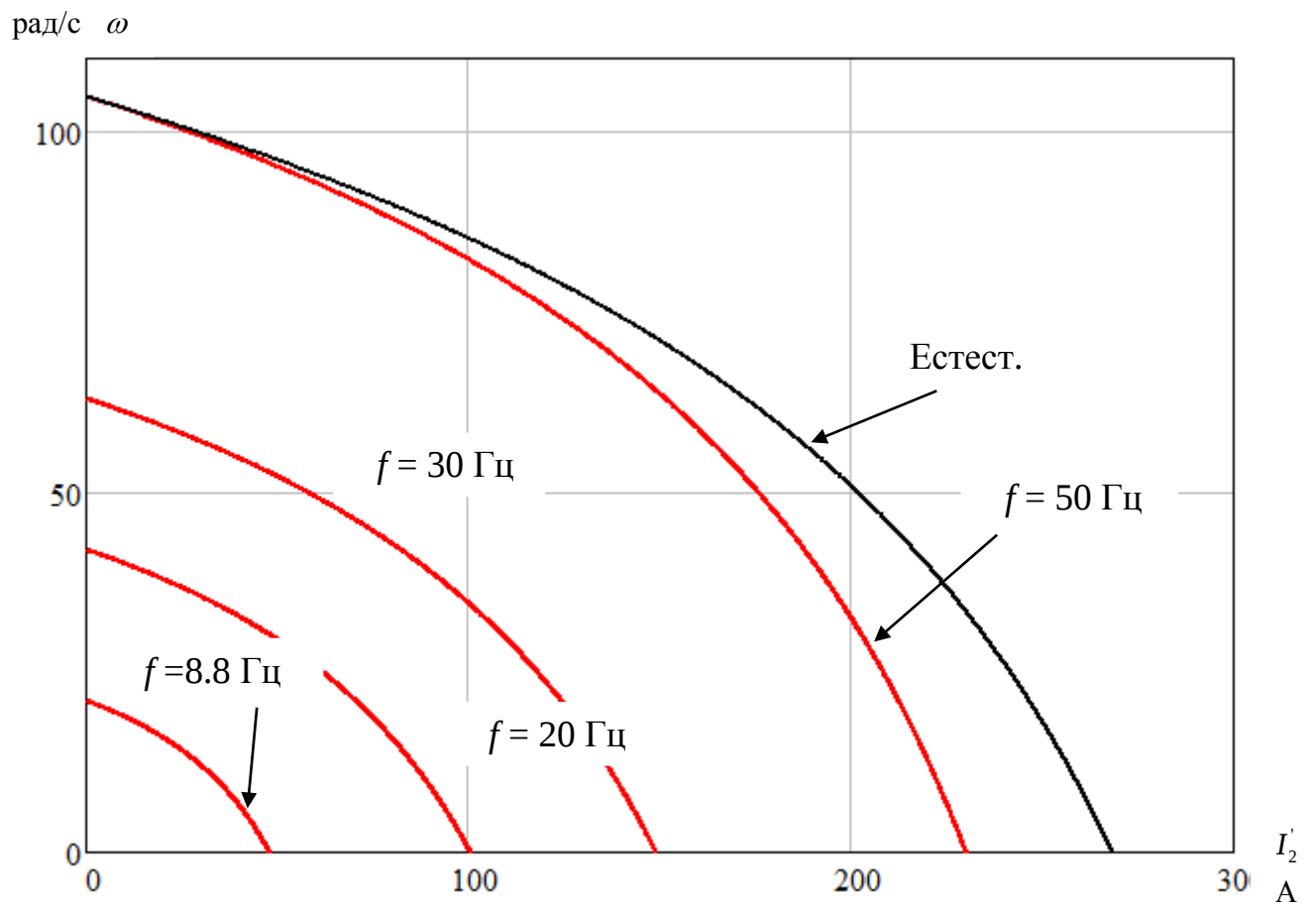


Рисунок 13 – Электромеханические характеристики $I_2^I(\omega)$

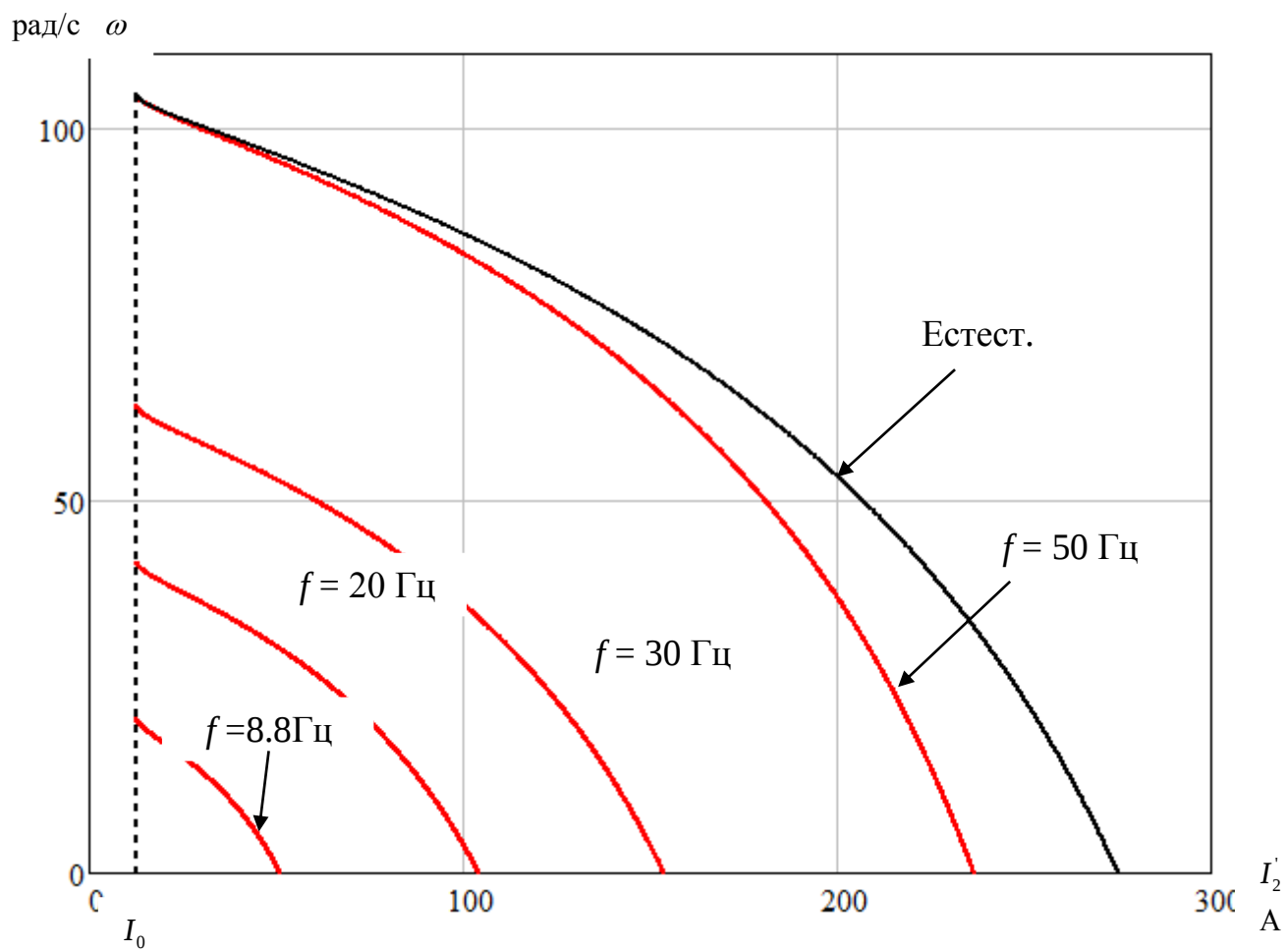


Рисунок 14 – Электромеханические характеристики $I_1(\omega)$

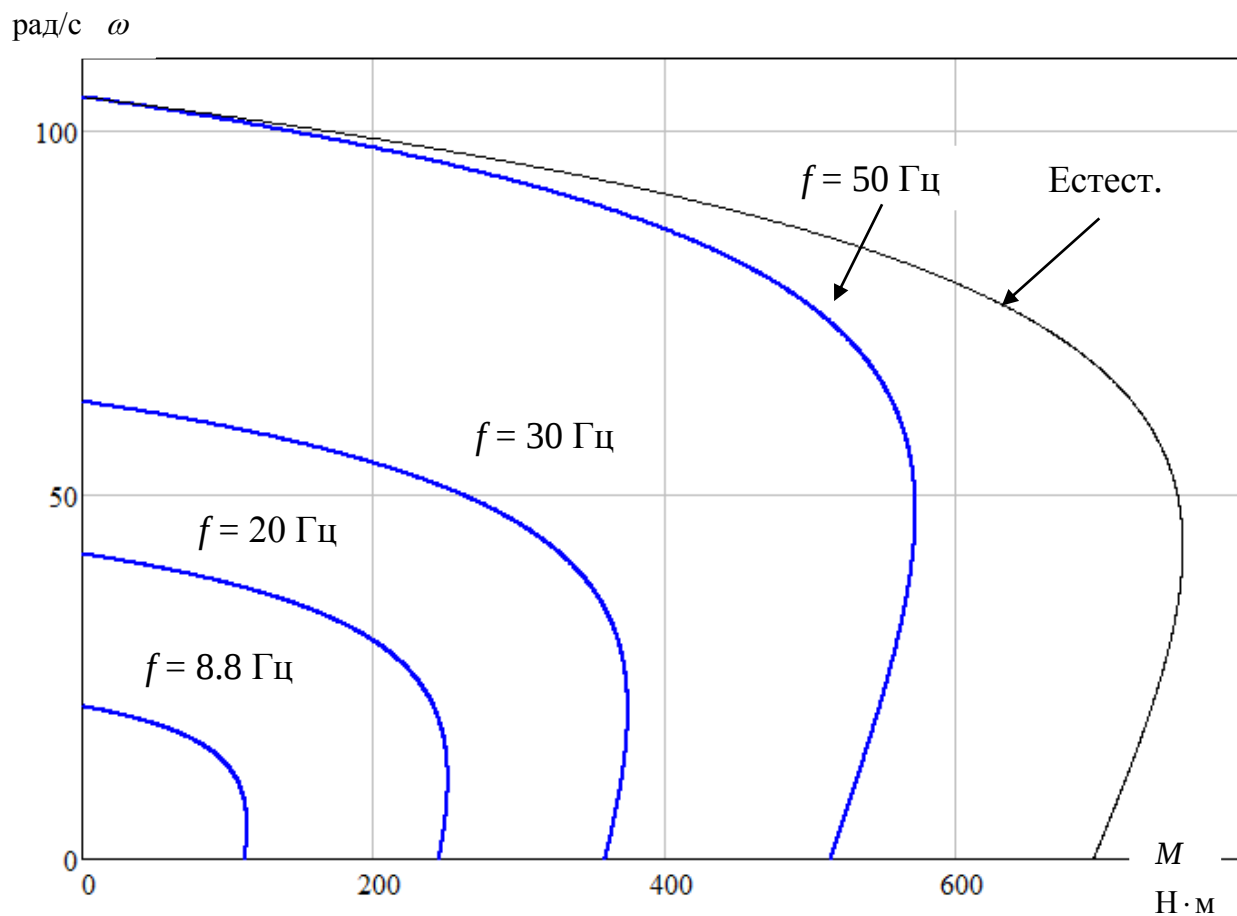


Рисунок 15 – Механические характеристики $M(\omega)$

2.6 Электромеханические и механические характеристики системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» с IR-компенсацией

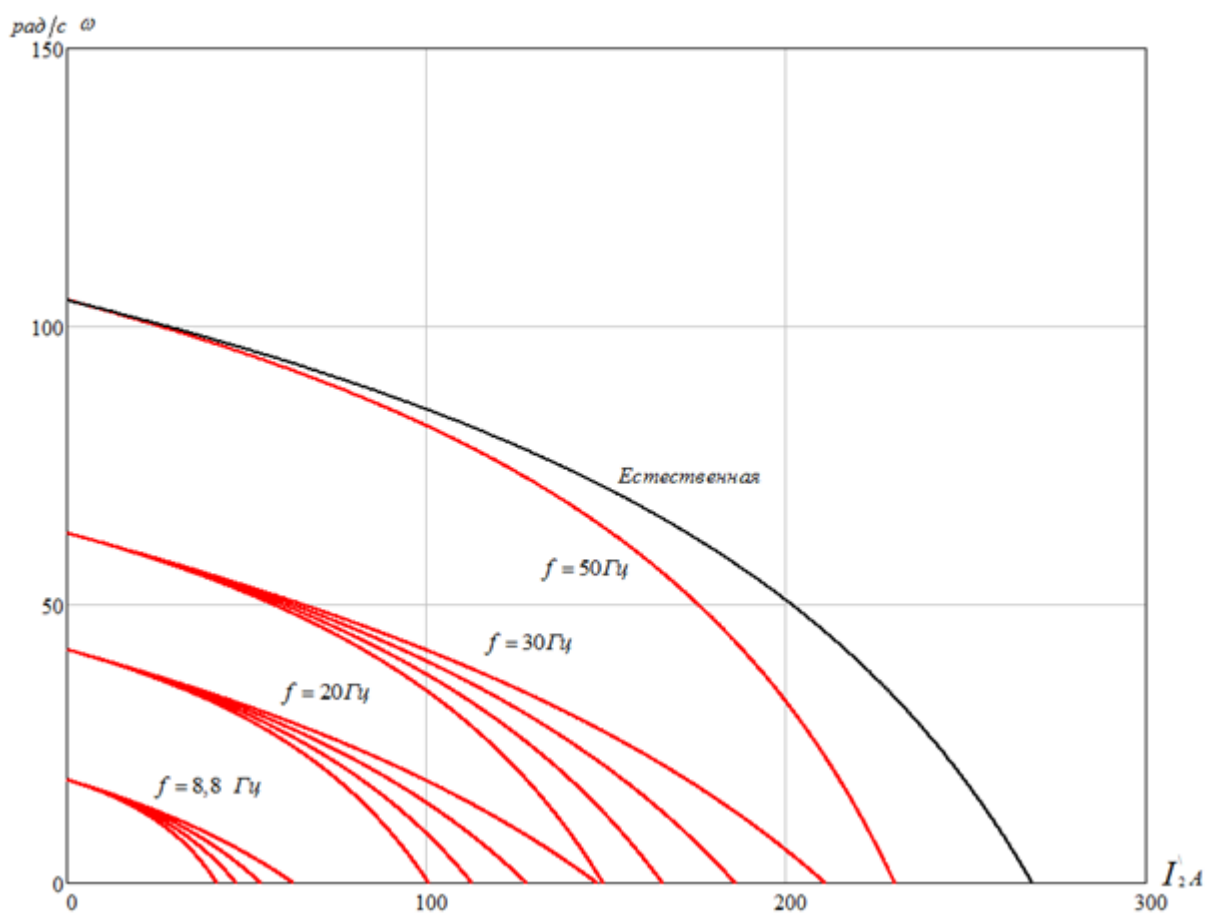


Рисунок 16 – Искусственные электромеханические характеристики $I_2^I(\omega)$ с IR-компенсацией

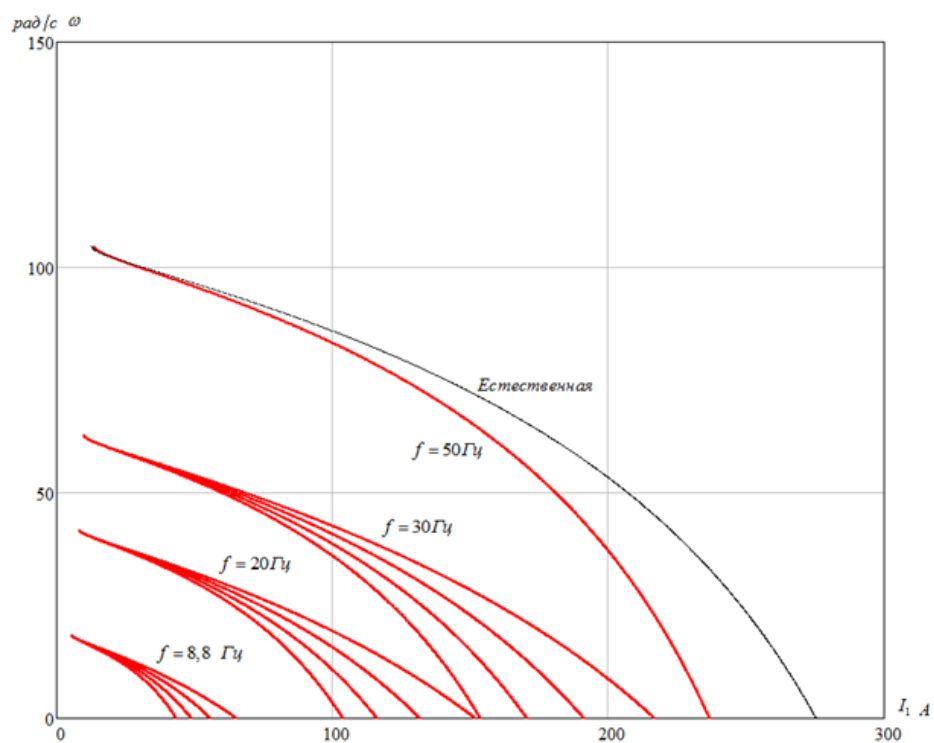


Рисунок 17 – Искусственные электромеханические характеристики $I_1(\omega)$ с IR-компенсацией

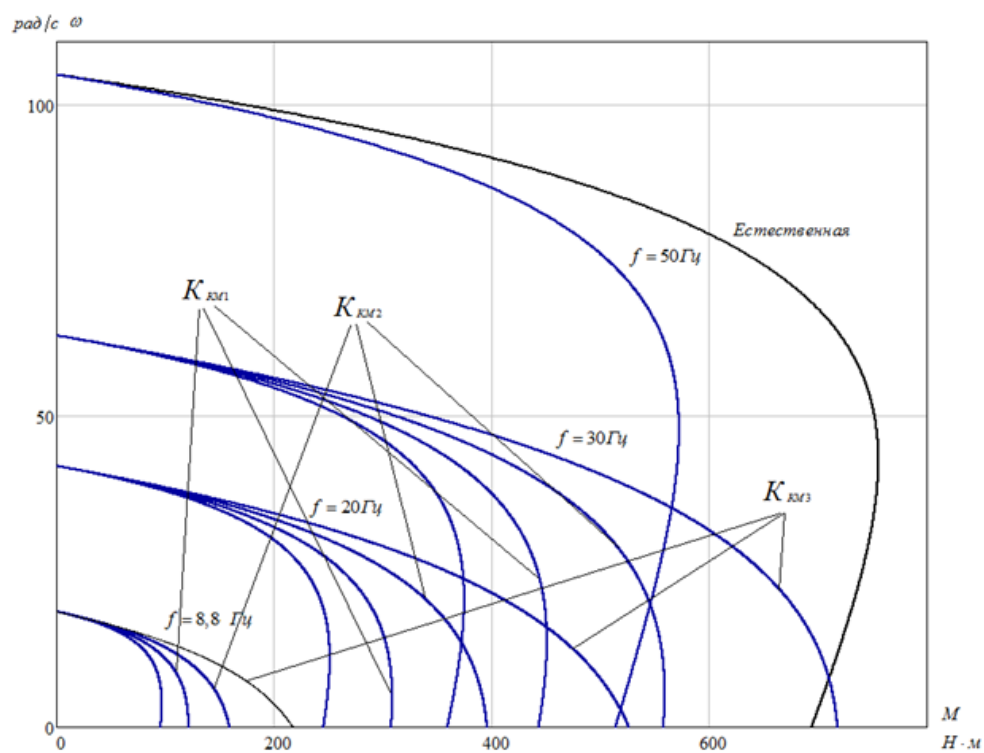


Рисунок 18 – Искусственные механические характеристики $M(\omega)$ с IR-компенсацией

3. ИМИТАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Имитационная модель прямого пуска электродвигателя МТКН 411-6

Для исследования переходных процессов асинхронного электродвигателя МТКН 411-6 при прямом пуске была собрана модель в имитационной среде *MatLab Simulink*.

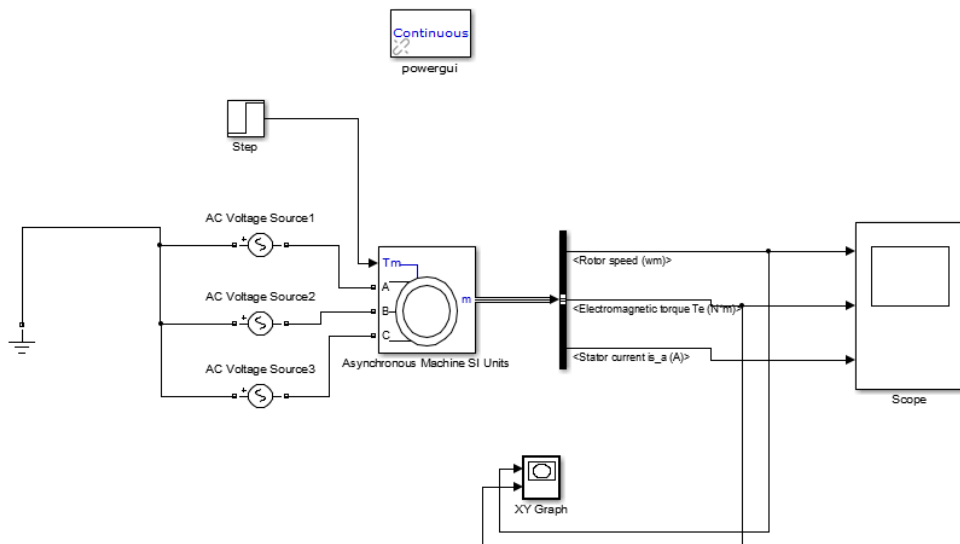


Рисунок 19 – Модель прямого пуска асинхронного электродвигателя МТКН 411-6

Block Parameters: Asynchronous Machine SI Units

Asynchronous Machine (mask) (link)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor, squirrel cage or double squirrel cage) modeled in a selectable dq reference frame (rotor, stator, or synchronous). Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point.

Configuration Parameters Advanced Load Flow

Nominal power, voltage (line-line), and frequency [Pn(VA), Vn(Vrms), fn(Hz)]:
[22000, 380, 50]

Stator resistance and inductance [Rs(ohm) Lls(H)]:
[0.345 0.0006115]

Rotor resistance and inductance [Rr'(ohm) Llr'(H)]:
[0.338 0.0008288]

Mutual inductance Lm (H):
0.051

Inertia, friction factor, pole pairs [J(kg.m^2) F(N.m.s) p()]:
[0.52 0 3]

Initial conditions
[1 0 0 0 0 0 0]

☐ Simulate saturation

Saturation Parameters [i1,i2,... (Arms) ; v1,v2,...(VrmsLL)]
1, 302.9841135, 420.4778367 ; 230, 322, 414, 460, 506, 552, 598, 644, 690]

Рисунок 20 – Параметры асинхронного электродвигателя в среде *MatLab Simulink*.

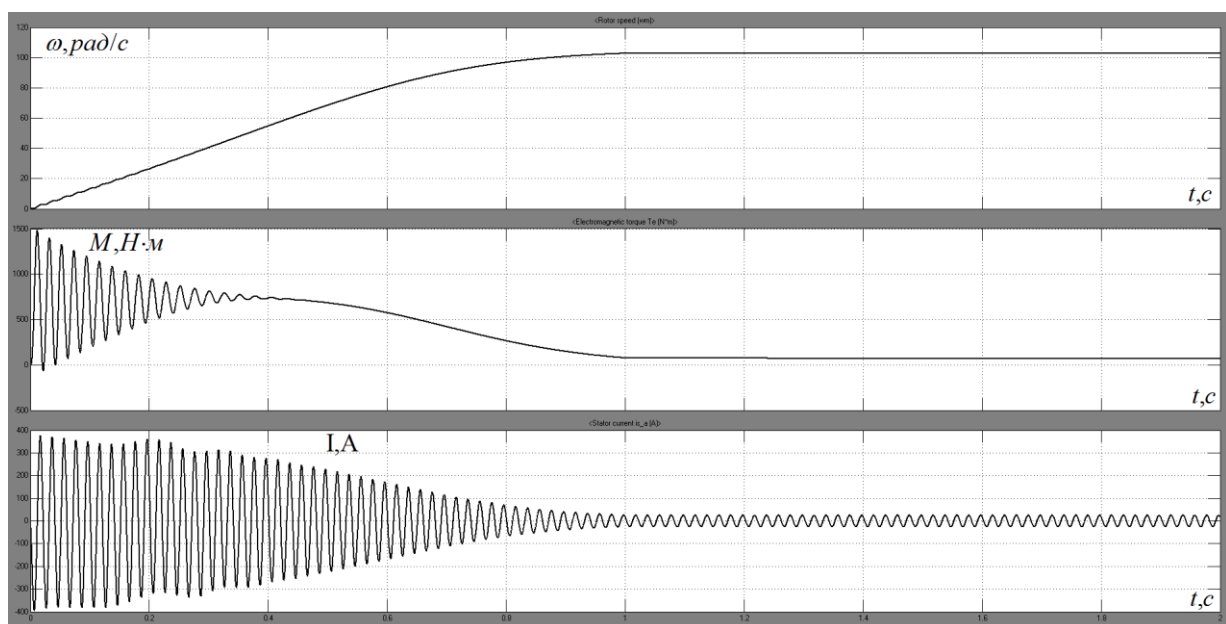


Рисунок 21 – Графики переходных процессов при прямом пуске.

Анализ графиков переходных процессов при прямом пуске показал, что наблюдается малое время пуска, а так же отсутствие перерегулирования по скорости, однако, имеют место значительные броски тока $I_{\max} \approx 370\text{А}$ и момента $M_{\max} \approx 1500\text{Н} \cdot \text{м}$, что является неприемлемым для исследуемого механизма.

3.2 Имитационная модель частотного управления со скалярной ИР-компенсацией

На рис.21 представлена имитационная модель системы скалярного частотного управления с *IR*-компенсацией собранная в среде *MatLab Simulink*.

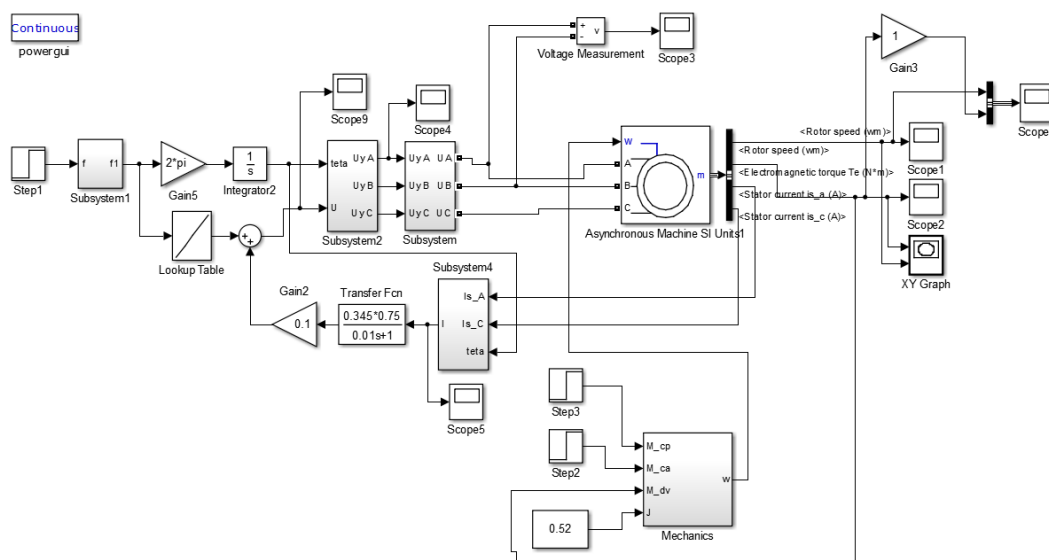


Рисунок 22 – Модель системы частотного управления со скалярной ИР-компенсацией

В процессе работы было проделано 3 опыта с различными значениями коэффициентов компенсации момента и 1 опыт без компенсации, величины этих коэффициентов такие же, которые были использованы в *MathCad*:

$$K_{KM1} = 0,25; K_{KM2} = 0,5; K_{KM3} = 0,75.$$

На рис.22 - 25 представлены графики переходных процессов по скорости и по электромагнитному моменту двигателя при различных коэффициентах компенсации.

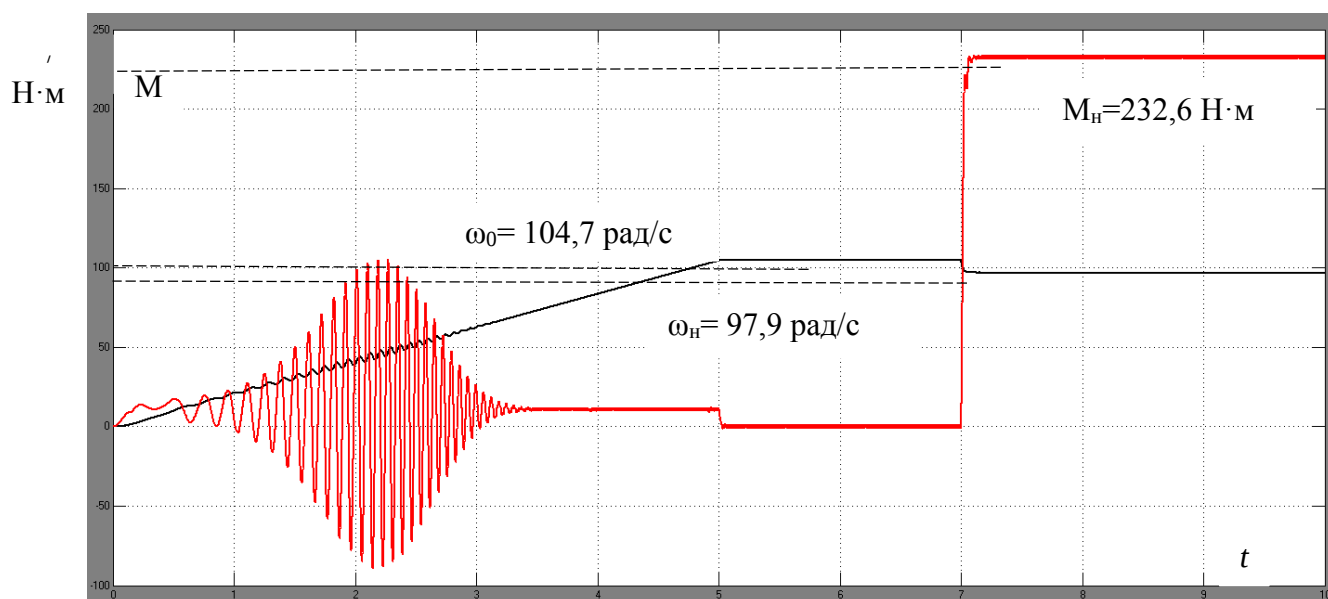


Рисунок 23 – Переходные процессы по скорости и моменту без IR-компенсации^с

Величина критического момента без компенсации $M_K = 110 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

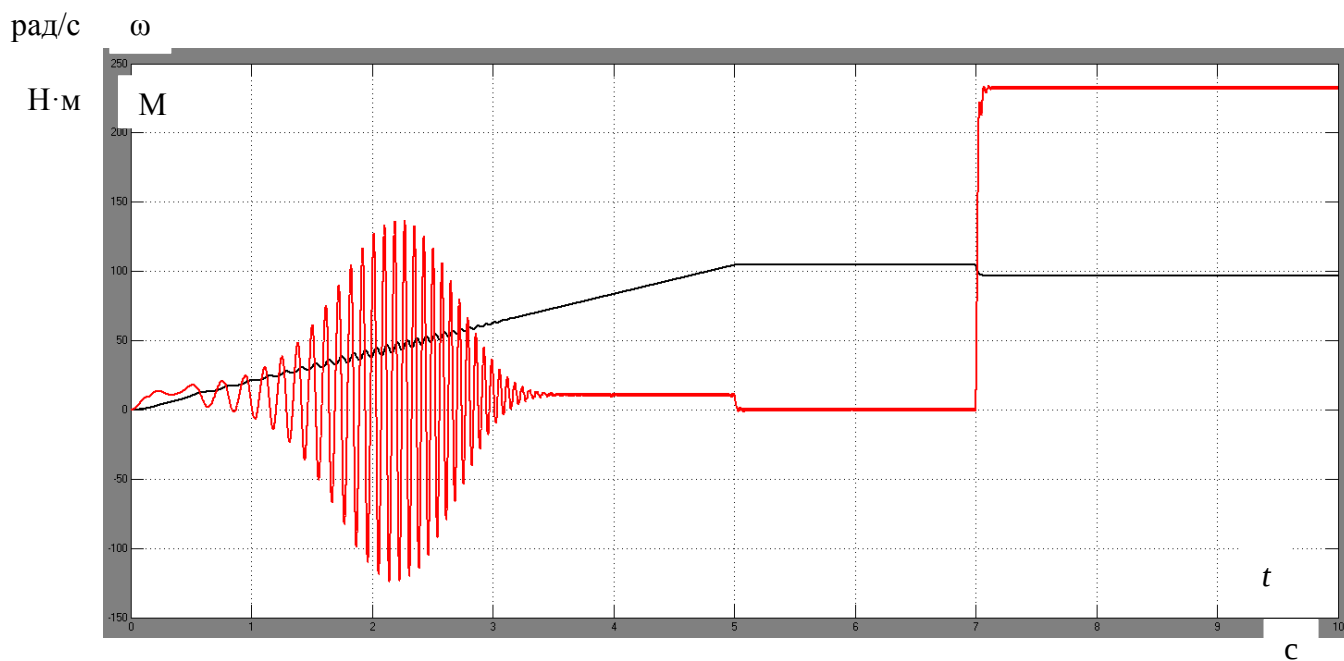


Рисунок 24 – Переходные процессы по скорости и моменту при $K_{KM1} = 0,25$

Величина критического момента возросла при $K_{KM1} = 0,25$ $M_K = 137 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

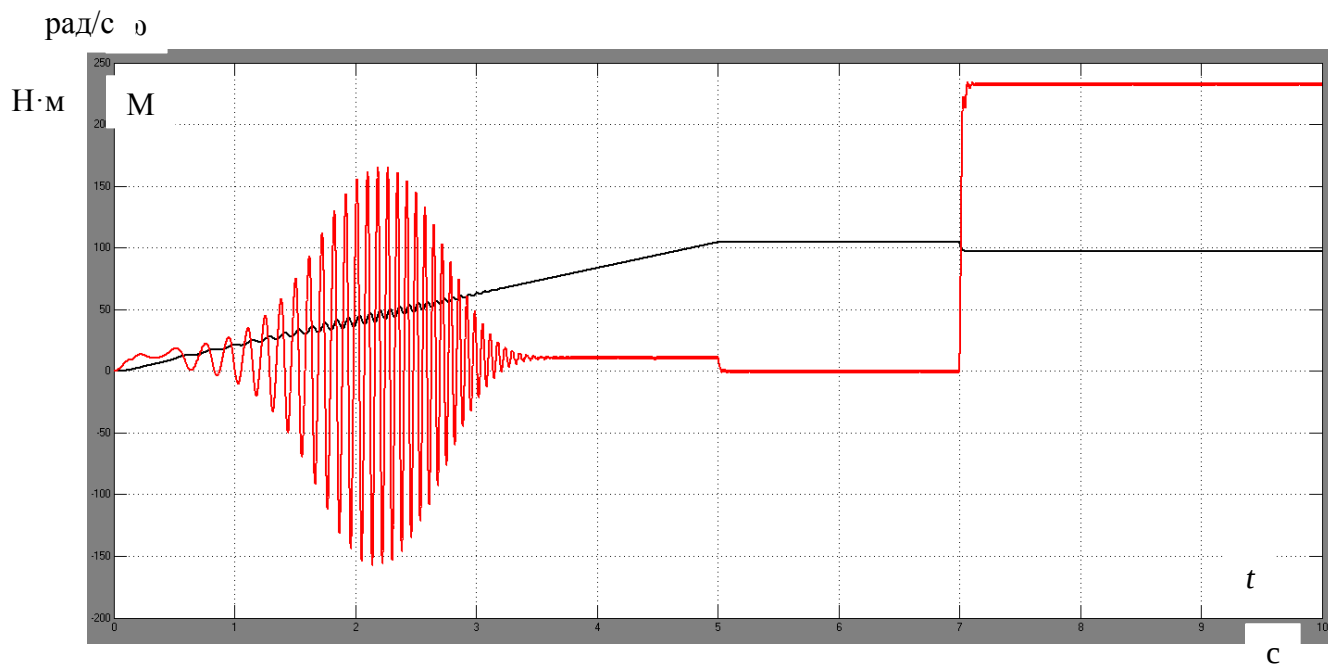


Рисунок 25 – Переходные процессы по скорости и моменту при $K_{KM2} = 0,5$

Величина критического момента возросла при $K_{KM2} = 0,5$ $M_K = 165 \text{ H} \cdot \text{м}$.

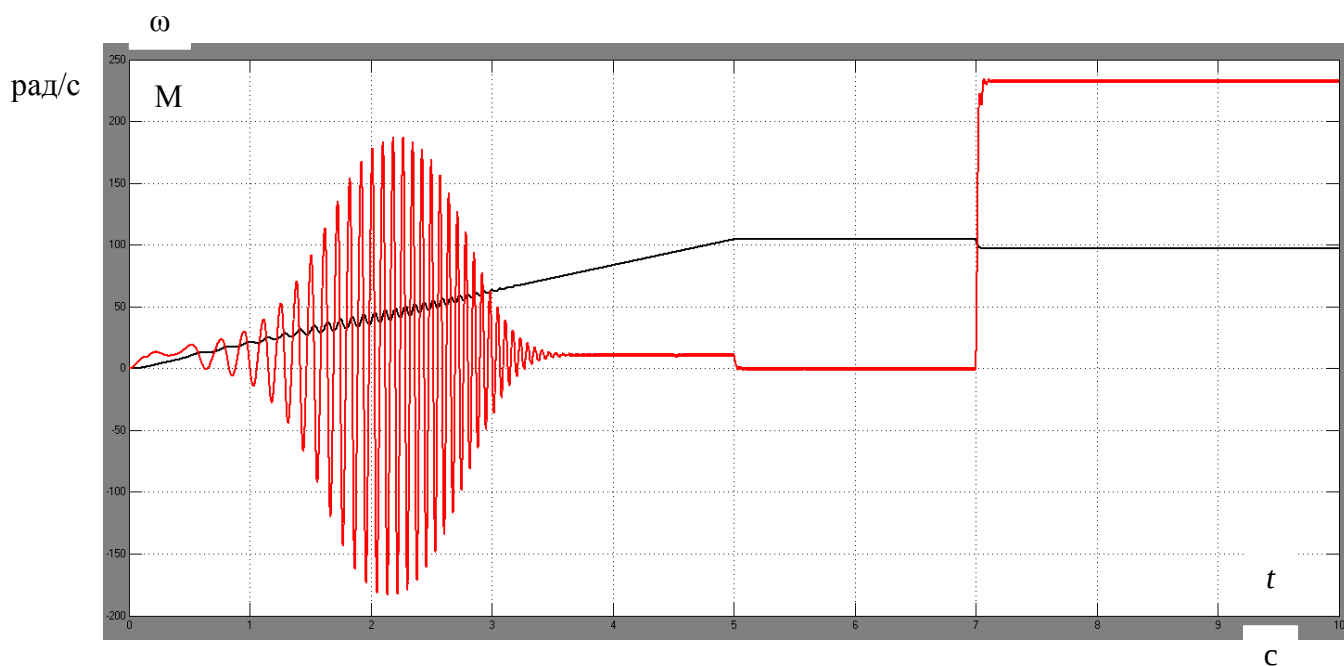


Рисунок 26 – Переходные процессы по скорости и моменту при $K_{KM3} = 0,75$

Величина критического момента при $K_{KM1} = 0,75$ составила наибольшее значение $M_K = 180 \text{ H} \cdot \text{м}$.

Анализ графиков переходных процессов позволяет выделить характерные особенности:

- применение скалярной IR-компенсации позволяет добиться увеличения величины критического момента необходимой для работы комплекса в точках наибольшей нагрузки, определенных в соответствии с нагрузочной диаграммой

- применение задатчика интенсивности позволяет задать более плавный характер изменения скорости из-за ограничения тока статора в переходных режимах

- применение частотного привода в общем позволяет снизить динамические нагрузки на двигатели и снизить потери в системе за счет плавной работы в переходных режимах и возможности рекуперации энергии на ступенях останова ротора вагоноопрокидывателя

3.3 Имитационная модель двухдвигательного электропривода вагоноопрокидывателя с частотным управлением и скалярной IR-компенсацией

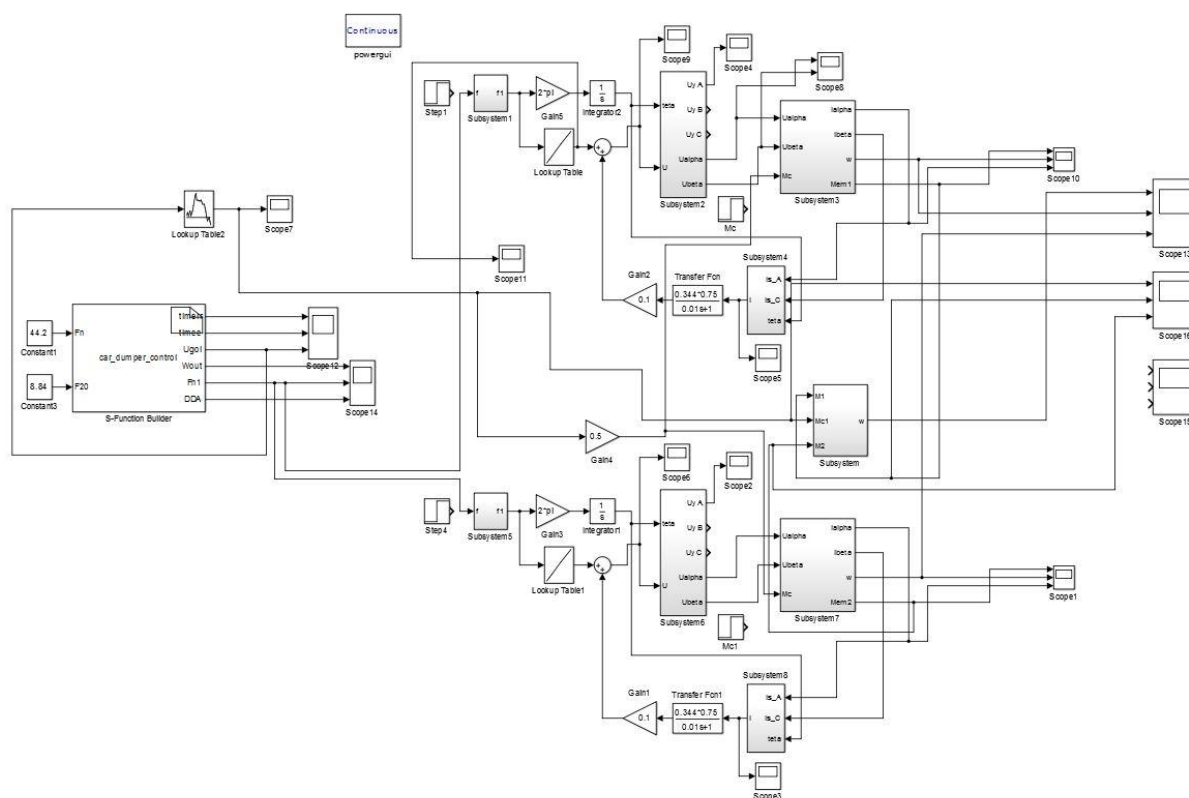


Рисунок 27 – Модель двухдвигательного электропривода с системой частотного управления и скалярной IR-компенсацией

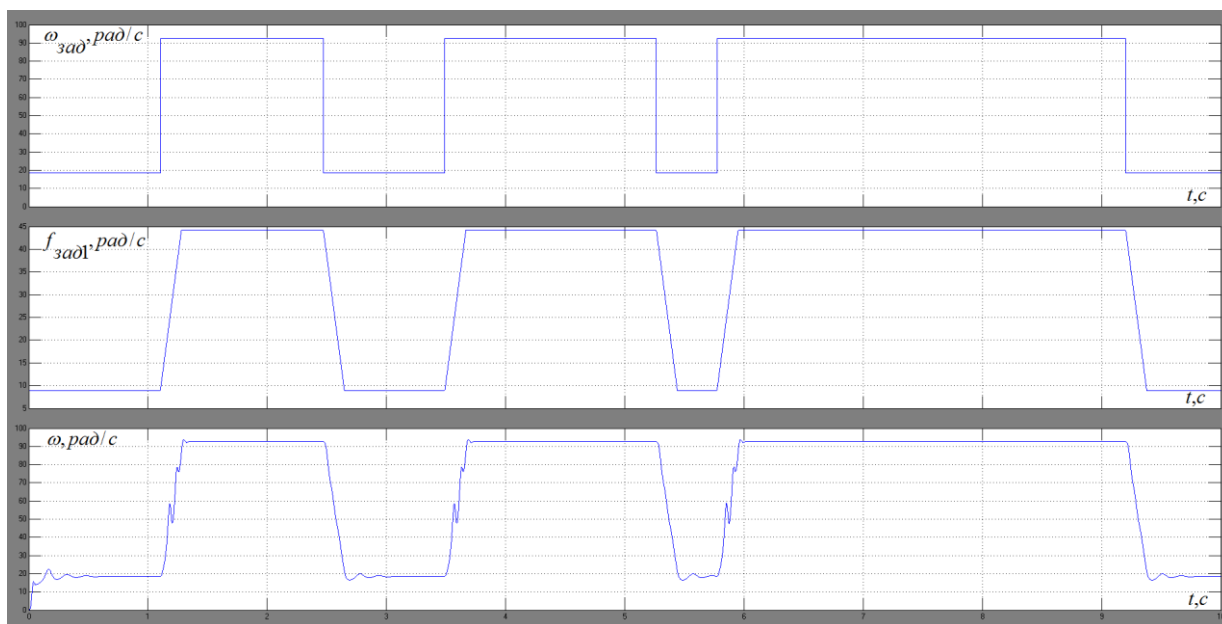


Рисунок 28 – График задания скорости, задания частоты и реальной скорости на двигателях без нагрузки

На графике отмечается отличие реальной скорости от заданной, что связано с инерционностью системы.

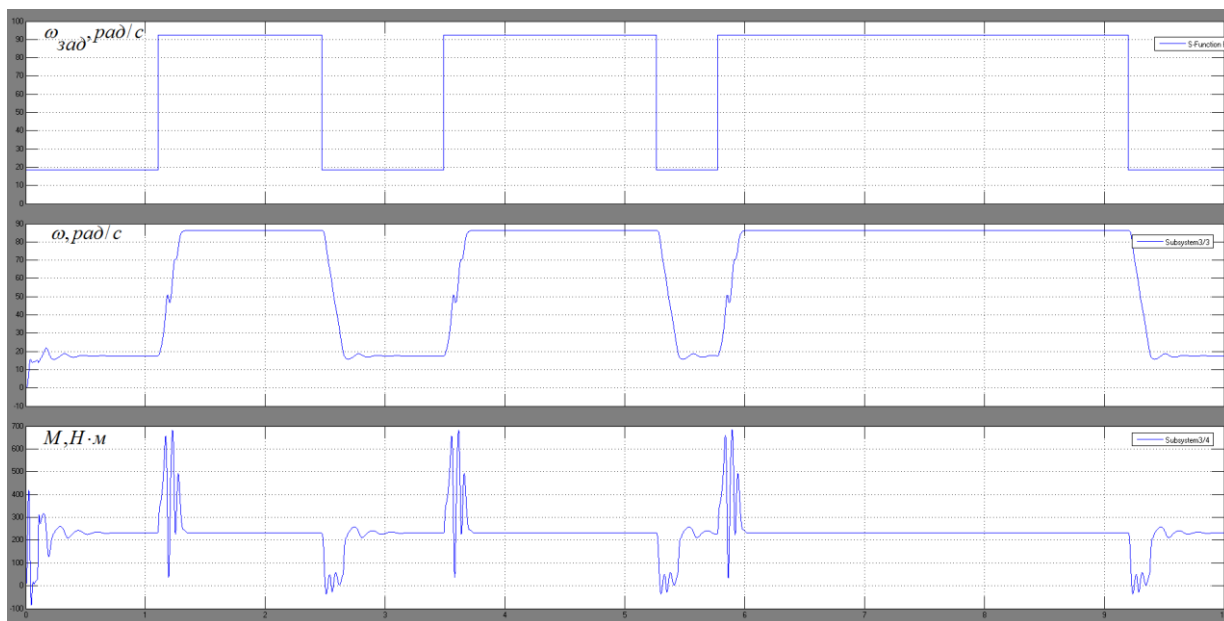


Рисунок 29 – Графики переходных процессов при работе согласно циклограмме с номинальным моментом

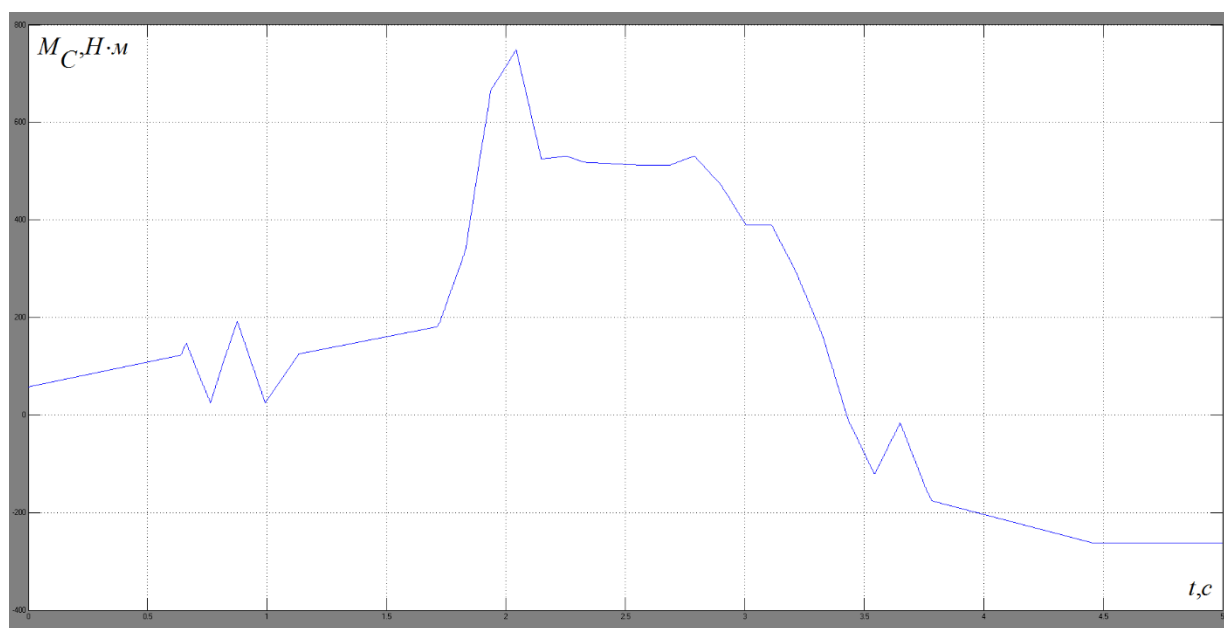


Рисунок 30 – Нагрузочная диаграмма вагоноопрокидывателя

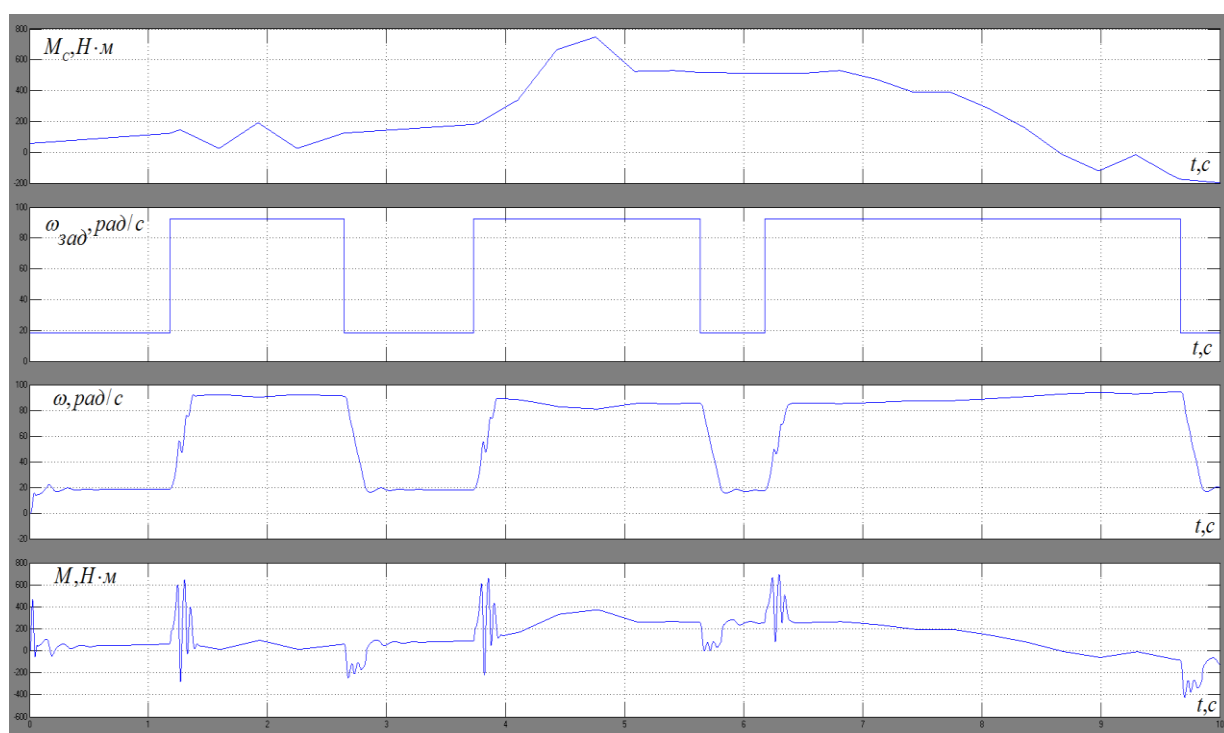


Рисунок 31 – Графики переходных процессов при работе согласно циклограмме и нагрузочной диаграмме вагоноопрокидывателя

Характерные просадки скорости объясняются изменением задания на скорость согласно циклограмме.

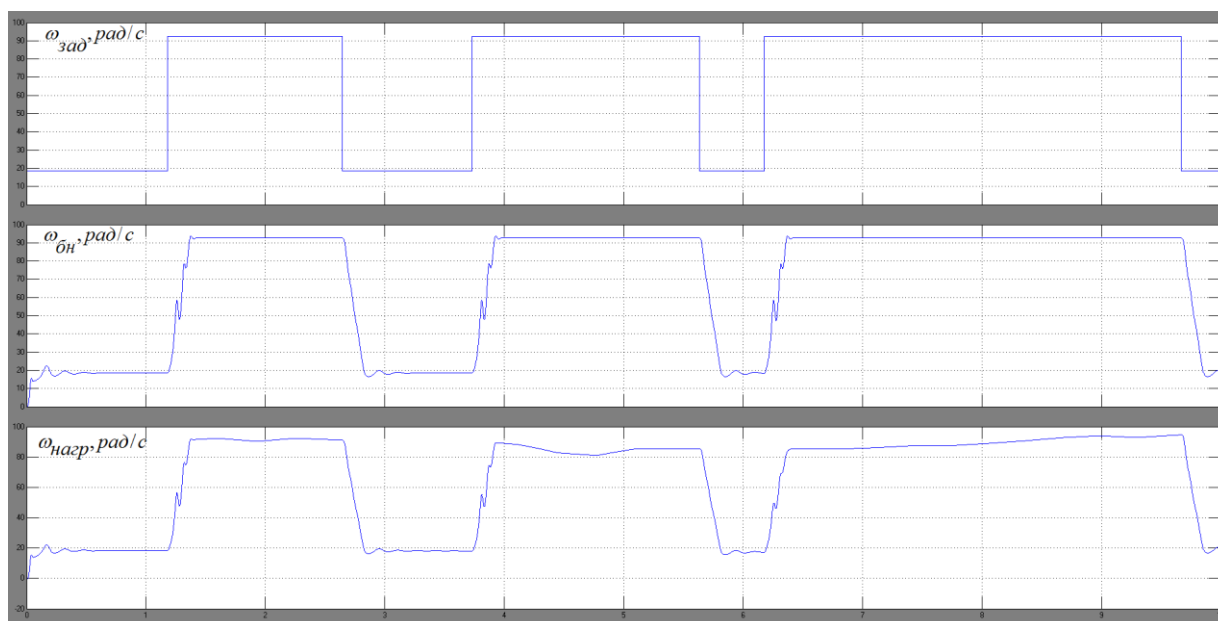


Рисунок 32 – Графики задания на скорость, скорости без нагрузки и с нагрузкой соответствующей нагрузочной диаграмме вагоноопрокидывателя

Из графиков переходных процессов видно, что применение преобразователя частоты позволяет улучшить динамические характеристики электропривода. Удастся избежать значительных динамических ударов при пуске и торможении, которые ведут к перегрузкам двигателя. Анализируя графики скорости можно сделать вывод что вследствие большого нагрузочного момента имеют место просадки скорости, однако, отклонение по скорости входит в 10% от номинальной скорости, что удовлетворяет техническому заданию. Так же выполняется заданный характер изменения скорости, следовательно, достигнута необходимая производительность комплекса.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ4А	Заикину Максиму Юрьевичу

Институт	Энергетический	Кафедра	Электропривода и электрооборудования
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):
материально-технических, энергетических, финансовых,
информационных и человеческих

2. Нормы и нормативы расходования ресурсов

3. Используемая система налогообложения, ставки налогов,
отчислений, дисконтирования и кредитования

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка конкурентоспособности результатов НИИ

2. «Портрет» потребителя результатов НИИ

3. Планирование процесса управления НИИ: структура и
график проведения, бюджет

4. Экономический эффект от внедрения результатов НИИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Таблицы оценки конкурентоспособности НИИ

2. График проведения и бюджет НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Фигурко А. А.	К.Э.Н		19.04.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ4А	Заикин Максим Юрьевич		

4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

4.1 Предпроектный анализ

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Темой научно-технического исследования является разработка электропривода вагоноопрокидывателя. Проведение исследования предполагает использование специализированного программно-технического комплекса Matlab для построения модели скалярного управления электроприводом вагоноопрокидывателя.

4.2 Потенциальные потребители результатов исследования

Вагоноопрокидыватели предназначены для выгрузки из вагонов сыпучих и кусковых грузов путем наклона или поворота вагона в соответствующее положение с применением иногда дополнительных устройств, способствующих высыпанию груза. Устанавливают на металлургических заводах на рудных дворах, коксохимических заводах, тепловых электростанциях, а также на портовых пунктах перевалки грузов и служат для выгрузки руды и угля из полувагонов.

Основными потребителями являются тепловые электростанции, ТЭЦ, ГРЭС работающие на угле, коксохимические производства, рудные дворы

металлургических заводов, обогатительные фабрики, крупные угледобывающие и металлургические компании, где большой оборот полувагонов требующих быстрой разгрузки. Вагоноопрокидыватели используют крупные предприятия имеющие достаточный бюджет для приобретения нескольких единиц товара. Его средняя цена рассматривается от 70 млн рублей. Росту производительности вагоноопрокидывателя способствует оборудование их системами автоматизации операций выгрузки, применение виброустройств для механизированного удаления остатков сыпучих грузов, также позволяющих увеличить объем реализуемой продукции с темпом выгрузки до 1500 тонн в 1 час.

4.3 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Для анализа выберем три объекта занимающиеся разгрузкой сыпучих грузов:

- Западно-Сибирский металлургический комбинат
- Фирма по разработке вагоноопрокидывателей «SCHADE»
- Разгрузка вручную, с применением средств механизации

Таблица 11. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,02	4	2	3	0,08	0,04	0,06
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	3	1	1	0,45	0,15	0,15
3. Помехоустойчивость	0,01	1	1	1	0,01	0,01	0,01
4. Энергоэкономичность	0,09	4	3	2	0,36	0,27	0,18
5. Надежность	0,1	5	2	1	0,5	0,2	0,1
6. Уровень шума	0,03	2	2	1	0,06	0,06	0,03
7. Безопасность	0,09	4	3	1	0,4	0,3	0,09
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	2	1	1	0,1	0,05	0,05
10. Простота эксплуатации	0,08	3	3	5	0,24	0,24	0,4
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,02	2	2	1	0,04	0,04	0,01
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,04	1	1	1	0,04	0,04	0,04
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	3	3	1	0,24	0,24	0,8
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	1	1	2	0,01	0,01	0,02
3. Цена	0,078	1	1	3	0,095	0,095	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	2	1	1	0,1	0,05	0,05
5. Послепродажное обслуживание	0,06	1	1	1	0,06	0,06	0,06
6. Финансирование научной разработки	0,02	1	2	1	0,02	0,04	0,2
7. Срок выхода на рынок	0,09	1	1	2	0,09	0,09	0,18
8. Наличие сертификации разработки	0,169	1	1	1	0,17	0,17	0,17
Итого	1				2,805	1,895	2,45

С экономической точки зрения по результату сравнения трех объектов, занимающихся разгрузкой сыпучих грузов, разрабатываемый проект является более конкурентоспособным. Преимуществом разработки является высокая надежность и безопасность эксплуатации. Большая

энергоэкономичность позволяет повысить производительность и конкурентоспособность продукта.

4.4. FAST-анализ

В качестве объекта FAST-анализа выступает вагоноопрокидыватель ВРС. Главной функцией вагоноопрокидывателя является разгрузка сыпучих материалов из железнодорожного транспорта.

Таблица 12. Классификация функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Ранг функции		
			Главная	Основная	Вспомогательная
Вагоноопрокидыватель	—	Обеспечивает разгрузку сыпучих материалов	X		
Ротор	1	1. Обеспечивает необходимый ход управляющего органа 2. Базовая деталь вагоноопрокидывателя		X	
Платформа	1	Обеспечение боковой привалки полувагона		X	
Люльки и привалочные стенки	2	Обеспечение вертикальной привалки полувагона		X	
Роликоопора	4	Обеспечение опоры при вращении		X	
Привод	1	Обеспечивает вращение ротора		X	
Вибраторы	2	Очистка полувагона от налипшей фракции			X

Для оценки значимости функций используют метод расстановки приоритетов, предложенный Блумбергом В.А. в основу которого положено расчетно-экспертное определение значимости каждой функции.

Таблица 13. Матрица смежности

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Функция 5	Функция 6
Функция 1	=	<	<	<	<	>
Функция 2	>	=	>	>	>	>
Функция 3	>	<	=	<	<	>
Функция 4	>	<	>	=	<	>
Функция 5	>	<	>	>	=	>
Функция 6	>	>	>	>	>	=

Преобразуем матрицу смежности в матрицу количественных соотношений функций .

Таблица 14. Матрица количественных соотношений функций.

	Функция 1	Функция 2	Функция 3	Функция 4	Функция 5	Функция 6	ИТОГО
Функция 1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	4,5
Функция 2	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	8,5
Функция 3	1,5	0,5	1	0,5	0,5	1,5	5,5
Функция 4	1,5	0,5	1,5	1	0,5	1,5	6,5
Функция 5	1,5	0,5	1,5	1,5	1	1,5	7,5
Функция 6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	7,5
Примечание: 0,5 при «<»; 1,5 при «>»; 1 при «=»							Σ=40

Определяем значимость функций путем деления балла, полученного по каждой функции, на общую сумму баллов по всем функциям. Так, для функции 1 относительная значимость равна $4,5/40 = 0,11$; для функции 2 – $8,5/40 = 0,21$; для функции 3 – $0,13$; для функции 4 – $0,16$ и для функции 5 – $0,18$ для функции 6 – $0,18$. 1

Анализ стоимости функций, выполняемых объектом исследования.

Таблица 15. Определение стоимости функций, выполняемых объектом исследования

Наименование детали (узла, процесса)	Количество деталей на узел	Выполняемая функция	Себестоимость, руб.
Ротор	1	Обеспечивает необходимый ход управляющего органа Базовая деталь вагоноопрокидывателя	250000
Платформа	1	Обеспечение боковой привалки полувагона	150000
Люльки и привалочные стенки	2	Обеспечение вертикальной привалки полувагона	120000
Роликоопора	4	Обеспечение опоры при вращении	80000
Привод	1	Обеспечивает вращение ротора	397700
Вибраторы	2	Очистка полувагона от налипшей фракции	50000
Итого			1 047 700

Для снижения электрических нагрузок на электродвигатели и динамических нагрузок на механическую часть вагоноопрокидывателя и повышения за этот счет срока эксплуатации необходимо:

- Разработка электропривода позволяющего снизить потери в системе электропривода
- Создание системы векторного двухдвигательного частотного электропривода
- Установка преобразователя частоты
- Замена асинхронного электродвигателя с фазным ротором на асинхронный электродвигатель с кз ротором

4.5 Дерево целей проекта

Дерево целей - это структурированный иерархический перечень целей организации, в котором цели более низкого уровня подчинены и служат для достижения целей более высокого уровня.

Соответственно, наверху находится главная, генеральная цель организации. Поскольку достижение генеральной стратегической цели организации является достаточно сложной задачей, то производят декомпозицию цели - разложение цели на несколько более мелких целей, совокупное достижение которых приводит к достижению основной цели. Далее процесс повторяют для каждой более мелкой цели нижнего уровня до тех пор, пока в результате декомпозиции цель не станет достаточно простой, чтобы быть достижимой, реалистичной и возможной для исполнения точно в соответствии с содержанием и в запланированное время

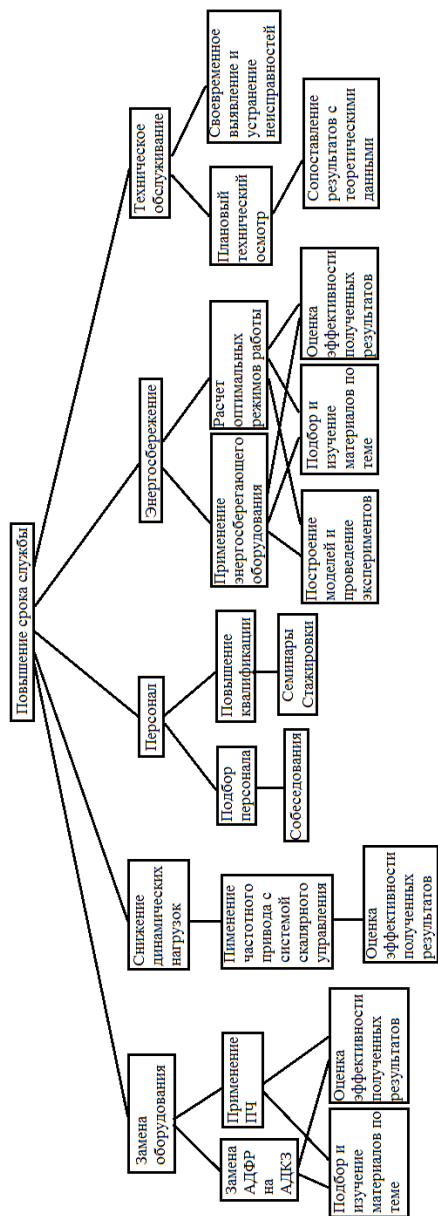


рисунок 33

4.6 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в табл. 16.

Таблица 16. Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	3	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	3	3
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	4	3
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной	2	2
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	0	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки,	3	3
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной	1	1
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	3	3
	ИТОГО БАЛЛОВ	43	44

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации определяется по формуле :

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i = 87$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению; B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ получилось равное 87, значит разработка считается перспективной, а знания разработчика достаточными для успешной ее коммерциализации.

4.7 Планирование управления научно-техническим проектом

При организации процесса реализации данного проекта необходимо оптимально распланировать занятость каждого из участников и сроки проведения отдельных работ.

Целью планирования НИР является обеспечение оптимального ведения работ, уменьшение затрат, увеличение производительности труда.

На начальном этапе составляется полный перечень проводимых работ.

В рамках планирования работ, чаще всего используют сетевые или линейные графики, в которых представлена вся последовательность выполнения каждого этапа работ и соответствие работ своим исполнителям. Важной частью экономических расчетов является определение трудоемкости работ, длительность всего проекта в целом, смета затрат.

Таблица 17. Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Выбор темы исследования	2	19.09.14	21.09.14	Заикин М.Ю., Однокопылов И.Г.
2	Составление технического задания	6	21.09.14	27.09.14	Однокопылов И.Г.
3	Изучение литературы	110	25.09.14	15.01.15	Заикин М.Ю.
4	Выступление на конференции	4	17.04.15	21.04.15	Заикин М.Ю.
5	Моделирование АД	35	13.09.15	18.10.15	Заикин М.Ю., Однокопылов И.Г.
6	Моделирование СУ	1149	15.11.15	12.04.16	Заикин М.Ю.
7	Оформление отчета	165	10.12.15	30.05.16	Заикин М.Ю.
8	Написание статьи	21	15.03.16	15.05.16	Заикин М.Ю.

4.8 Разработка графика проведения научного исследования

График строится в виде табл. 18 за период выполнения научного проекта.

Таблица 18- Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Сентябрь-декабрь 2014г		Январь-май 2015 г.			Сентябрь – декабрь 2015 г.			Январь –май 2016 г.			Июнь 2016г.		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель и инженер	8														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Научный руководитель и инженер	6														
3	Выбор направления исследований	Научный руководитель и инженер	10														
4	Календарное планирование работ по теме	Инженер	12														
5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	24														
6	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Научный руководитель и инженер	69														
7	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими данными	Инженер	29														
8	Оценка эффективности и полученных результатов	Научный руководитель и инженер	35														
9	Составление пояснительной записки	Инженер	60														
10	Публикация полученных результатов	Инженер	30														

4.9 Бюджет научного исследования

Затраты на НИР делятся на единовременные и текущие. Единовременные затраты включают стоимость лабораторного оборудования, приборов необходимых для проведения НИР. Текущие затраты включают в себя: затраты на проведение испытаний экспериментальных образцов.

В затраты на разработку данного проекта включается стоимость всех расходов, которые необходимы для реализации работ.

В смету на выполнение данной работы входят следующие элементы затрат:

- Материальные затраты;
- Спецоборудование;
- Расчет затрат на электроэнергию;
- Прочие затраты.

К материальным затратам относятся затраты на материалы, покупные изделия, необходимые для выполнения данного проекта. Затраты определяются по действительным ценам с учетом расходов на их покупку.

К затратам на спецоборудование относят затраты на приобретение и изготовление сторонними организациями специального оборудования, стендов, аппаратов и других специальных приборов, необходимых для реализации данного проекта.

К прочим затратам относят выплаты, предусмотренные законодательством за работу во внерабочее время, отпускные выплаты и т.д.

Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам или договорным ценам. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Результаты по данной статье заносятся в табл. 19.

Таблица 19. Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
электродвигатель	МТКН 411-6	2	115 000	230 000
ПЧ	SIEMENS 6SE70	1	45 000	45 000
АРМ	KY-701AY2	1	60 000	60 000
Индуктивный датчик	NJ10-30GM	6	7300	43800
Всего за материалы				378 800
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				18 900
Итого по статье C_m				397 700

4.9.1 Основная заработная плата

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы (размер определяется Положением об оплате труда). Расчет основной заработной платы сводится в табл. 20.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет баланса рабочего времени приведен в таблице 20

Таблица 20. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	30
- невыходы по болезни	16	12
Действительный годовой фонд рабочего времени	235	257

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

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

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата $Z_{тс}$ находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда $T_{с1} = 600$ руб. на тарифный коэффициент k_t и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 21.

Таблица 21.Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Научный руководитель	28500	0,3	0,15	1,3	57722	1883,2465	229	431261,7
Инженер	15000	0,3	0,5	1,3	28275	1563,185	226	353279
Итого								784540

Тарифные ставки были приняты на основании данных газеты «За кадры»
<http://za-kadry.tpu.ru/article/3393/7618.htm>

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

4.9.2 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

4.9.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются 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.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлен в таблице 22.

Таблица 22.Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	84328,01	9415,2
Инженер	145321,4	18987,7
Ставка и отчисления во внебюджетные фонды	27 %	
Итого	69860,98	

4.9.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Расчет величины накладных расходов приведен в таблице 23.

Таблица 23. Расчет величины накладных расходов

$З_{\text{накл}}$, руб.	55233,17

Бюджет проекта составил 1 957 334.15 руб.

Данный проект является ресурсоэффективным так как замена оборудования позволяет экономить электроэнергию, а также повышение срока эксплуатации. Время окупаемости проекта составит 1,5 года .

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5ГМ4А	Заикин Максим Юрьевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – 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, стихийного, экологического и социального характера)	К вредным факторам относятся: – отсутствие или недостаток естественного света, недостаточное освещение рабочего места; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенная запыленность воздуха в рабочей зоне; – отклонения параметров микроклимата. К опасным факторам относятся: – движущееся оборудование и механизмы, подвижные части производственного оборудования; – повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	— ГОСТ Р МЭК 60811-2-1-2006 — ГОСТ Р МЭК 60811-1-1-98(2003) — Паспорт Гб 2.773.172 ПС — ГОСТ 7855-84.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	Выявленные вредные факторы: — Поражение электрическим током; — Недостаточная освещённость рабочей поверхности; — Общая вибрация; — Шум; — Угольная пыль.
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности – механические опасности (источники, средства защиты);	Выявленные опасные факторы: — Поражение электрическим током; — Падение с высоты; — Ожоги при загораниях

– термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	— Ожоги горячей водой
3. Охрана окружающей среды: – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).	ГОСТ Р 56167-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета ущерба от промышленного предприятия объектам окружающей среды.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Все в соответствии с ГОСТ 12.2.061-81 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» и ГОСТ 12.2.032-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	— ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. — ГОСТ 12.1.003 – 83ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. — ГОСТ 12.1.038–82ССБТ. Электробезопасность. — СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. — СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки. — ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в РФ. — ГОСТ 12.4.011 – 89 ССБТ. Средства защиты работающих.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Романцов Игорь Иванович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ4А	Заикин Максим Юрьевич		

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе рассматривается безопасность и экологичность технологического процесса разгрузки полувагонов. Для осуществления этого технологического процесса применяется следующее основное оборудование: вагоноопрокидыватель, приемное устройство, дробильный комплекс.

Технологический процесс разгрузки полувагона включает в себя следующие виды работ: настройку работы оборудования, работу с оборудованием, контроль уровня шума, вибрации с помощью специального оборудования.

5.1 Анализ опасных и вредных факторов

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасных и вредных производственных факторов. Анализ данных факторов необходим с целью их дальнейшего предупреждения.

К опасным производственным факторам при работах в рамках данного технологического процесса относятся:

- опасность поражения электротоком;
- опасность падения с высоты или падения на рабочего предметов сверху;
- опасность ожога при загораниях и взрывах оборудования, возгораниях горючих веществ;
- опасность ожога горячей водой, паром (при разрыве и свищах трубопроводов, паропроводов);
- опасность ожога открытыми источниками огня, электрической дугой.

Наряду с опасными факторами можно выделить вредные факторы, которые приводят к нарушению нормального режима работы.

К вредным факторам относятся:

- недостаточная освещённость рабочей поверхности;
- общая вибрация;
- шум (эквивалентный уровень звука);
- отклонение параметров микроклимата от нормируемых значений;

В цехе на производственной площадке используются вещества, которые оказывают вредное влияние на организм человека. Санитарными нормами установлены предельно - допустимые концентрации вредных примесей в воздухе. Одно из веществ - пыль, содержание от 10 % до 70 % двуокиси кремния - 2 мг/м³, содержание от 2% до 10 % двуокиси кремния - 4 мг/м³, содержание менее 2% двуокиси кремния - 10 мг/м³ [11].

Контролем содержания вредных примесей в воздухе и на рабочих местах занимается санитарная лаборатория.

5.2 Техника безопасности

Цех, в котором производится разгрузка полувагонов, относится к помещению с повышенной опасностью поражения людей электрическим током, т.к. имеется токопроводящий железобетонный пол. Необходимо применять определенный комплекс защитных мер, обеспечивающих достаточную электробезопасность. В данном случае необходимо обеспечивать персонал обувью с резиновой подошвой (сапогами). При работе с высоким напряжением использовать диэлектрические коврики, перчатки, использовать инструмент с изолирующими рукоятками. А также вывешивать щиты, выставлять временные ограждения предупреждающие о том, что ведутся работы по электромонтажу.

Основная опасность при разгрузке полувагонов с углем связана с горючестью и взрывоопасностью угольной пыли. При ее концентрации в воздухе от 16 - 96г/м³ до 2000 г/м данная смесь при искрении взрывается.

С учётом предельно - допустимых концентраций вредных веществ, цех производства по разгрузке угля необходимо оснащать вытяжной вентиляцией, с целью предупреждения взрыва [12].

Для обеспечения безопасности при работе персонала на высоте, все переходные мостики должны быть оборудованы поручнями, а также должны быть предусмотрены страховочные ремни.

Всё электрооборудование, установленное на производственных участках, не должно перегреваться, должно быть сделано во взрывобезопасном исполнении и заземлено.

5.2.1 Расчёт защитного заземления для вагоноопрокидывателя

Задание

Рассчитать устройство защитного заземления (УЗЗ, искусственный заземлитель) для электроустановок напряжением до 1000 В (220/380 В), мощностью N, кВт. Помещение, где установлены электроустановки расположено в климатической зоне К. Наряду с УЗЗ использовать естественный заземлитель - трубопровод длиной L, проложенный в земле на глубине 2,5 м, диаметром D.

Для искусственных заземлителей используются трубы длиной l, диаметром d и полосовая сталь шириной n и толщиной 4 мм.

Размеры помещения – (28х12х4.6)м

Таблица 24 - Данные к расчёту

Грунт (ρ)	Основные параметры						
	К	L	D	l	d	n	N
		м	мм	м	мм	м	кВт
глина	4	12	8	3	15	40	>100

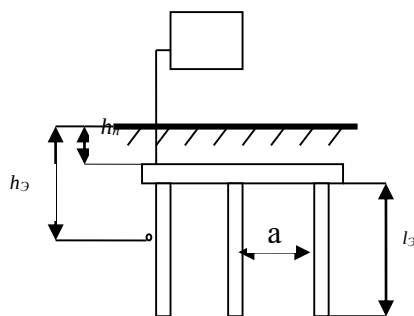


Рисунок 34 – Схема заземления

Для установок с напряжением до 1000В с изолированной нейтралью при мощности менее 100кВА сопротивление заземляющего устройства R_3 должно быть не более 10 Ом, а в противном случае R_3 – не более 4 Ом.

1 Сопротивление естественного заземлителя R_E определяем по формуле [13]:

$$R_E = \frac{0.366 \cdot \rho_{\text{э}} \cdot K_{\Gamma}}{L} \cdot \lg \frac{L^2}{D \cdot h_e};$$

где $\rho_{\text{э}}$ – удельное сопротивление грунта, определяемое по таблице 1 [13];

$$\rho_{\text{э}} = 60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

K_B – коэффициент, учитывающий сезонные изменения $\rho_{\text{э}}$ для вертикально помещенных в грунт проводников, который определяется по таблице 2 [13].

Принимаем $K_B = 1.5$

K_{Γ} – коэффициент, учитывающий сезонные изменения $\rho_{\text{э}}$ для горизонтально помещенных в грунт проводников, который определяется по таблице 2 [13].

Принимаем $K_{\Gamma} = 2.2$

$$R_E = \frac{0.366 \cdot \rho_{\text{э}} \cdot K_{\Gamma}}{L} \cdot \lg \frac{L^2}{D \cdot h_e} = \frac{0.366 \cdot 60 \cdot 2.2}{12} \cdot \lg \frac{12^2}{0.008 \cdot 2.5} = 15.53 \text{ Ом}$$

2 Требуемое сопротивление искусственного заземлителя $R_{\text{и}}$ с учетом естественного заземлителя

$$R_{\text{и}} = \frac{R_3 \cdot R_E}{R_E - R_{\text{и}}} = \frac{4 \cdot 15.53}{15.53 - 4} = 5.388 \text{ Ом}$$

3 Сопротивление одного электрода:

$$r_{\text{э}} = \frac{0.366 \cdot \rho_{\text{э}} \cdot K_{\text{Б}}}{l_{\text{э}}} \cdot \left(\lg \frac{2l_{\text{э}}}{0.95 \cdot d_{\text{э}}} + 0.5 \lg \frac{4h_{\text{э}} + l_{\text{э}}}{4h_{\text{э}} - l_{\text{э}}} \right) =$$

$$= \frac{0.366 \cdot 60 \cdot 1.5}{3} \cdot \left(\lg \frac{2 \cdot 3}{0.95 \cdot 0.015} + 0.5 \lg \frac{4 \cdot 2.5 + 3}{4 \cdot 2.5 - 3} \right) = 30.291 \text{ Ом},$$

Предварительно требуемое количество электродов определяется: $n^* = r_{\text{э}} / R_{\text{и}}$,

где $R_{\text{и}}$ – требуемая величина сопротивления искусственного заземлителя.

Окончательное число электродов определяется как: $n = r_{\text{э}} / (R_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{э}})$,

где $\eta_{\text{э}}$ – коэффициент использования электрода по таблице 3.

$$n^* = r_{\text{э}} / R_{\text{и}} = 30.291 / 5.388 = 5.62 \text{ Ом}$$

Принимаем $\eta_{\text{э}} = 0.7$

$$n = r_{\text{э}} / (R_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{э}}) = 30.291 / (4 \cdot 0.7) = 10.818 \text{ Ом} \approx 11 \text{ Ом}$$

4 Сопротивление полосы, соединяющей электроды, определяется как:

$$r_{\text{л}} = \frac{0.366 \cdot \rho_{\text{э}} \cdot K_{\text{Г}}}{l_{\text{л}}} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_{\text{л}}^2}{h_{\text{л}} \cdot b},$$

где $K_{\text{Г}}$ определяется по таблице 2 [13];

длина полосы $l_{\text{л}}$ для соединения в ряд: $l_{\text{л}} = a \cdot (n - 1) = 0.7 \cdot (11 - 1) = 7 \text{ м}$,

а для соединения по контуру $l_{\text{л}} = a \cdot n$;

$h_{\text{л}}$ – глубина залегания полосы.

$$r_{\text{л}} = \frac{0.366 \cdot \rho_{\text{э}} \cdot K_{\text{Г}}}{l_{\text{л}}} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_{\text{л}}^2}{h_{\text{л}} \cdot b} = \frac{0.366 \cdot 60 \cdot 2.2}{7} \cdot \lg \frac{2 \cdot 7^2}{2.5 \cdot 0.05} = 19.976 \text{ Ом}$$

5 Общее сопротивление контура защитного заземления определяется как:

$$R_{\Sigma} = \frac{r_{\text{э}} \cdot r_{\text{л}}}{r_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{л}} + r_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{э}} \cdot n} = \frac{30.291 \cdot 19.976}{30.291 \cdot 0.7 + 19.976 \cdot 0.7 \cdot 11} = 3.457 \text{ Ом},$$

где $\eta_{\text{л}}$ определяется по таблице 4 [13]

Принимаем $\eta_{\text{л}} = 0.7$

6 Проводим проверку выполнения условия

$$R_{\Sigma} \leq R_{\text{и}}$$

Данное условие выполняется, т.е. $3.457 \leq 5.388$.

5.3 Производственная санитария

5.3.1 Влияние шума

В результате гигиенических исследований установлено, что шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывая вредное воздействие на организм человека. При длительном воздействии шума на организм человека происходят нежелательные явления:

- снижается острота зрения, слуха;
- повышается кровяное давление;
- снижается внимание.

Достаточно длительное воздействие шума может быть причиной функциональных изменений сердечно сосудистой и нервной систем. Измерение шума проводят с целью оценки его на рабочих местах или рабочих зонах для сопоставления с требованиями санитарных норм, а также для оценки шумовых характеристик машин и оборудования, с целью разработки мероприятий по борьбе с шумом. Для оценки шума используют частотный спектр измеренного уровня звукового давления, выраженного в децибелах в активных полосах частот, который сравнивают с предельным спектром.

Для обеспечения защиты персонала от шумов и вибраций запрещается организация рабочих места вблизи работающего оборудования, так как уровень шума вблизи вагоноопрокидывателя составляет 85 дБ(А) [14]. Контроль за протеканием технологического процесса необходимо вести из кабины машиниста.

5.3.2 Микроклимат

Большое значение для охраны здоровья и труда человека имеет качество воздуха в производственных помещениях, в частности в рабочих зонах. Рабочей зоной называется пространство, высотой до 2-х метров над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного пребывания работающих (более 2-х часов непрерывно).

Согласно ГОСТ 12.1.005 - 88 (1999, с изм. 1 2000) «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху санитарной зоны», устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны помещения, нормируемые следующими параметрами: температура, оптимальная влажность, скорость движения воздушного потока.

Для удаления вредных веществ из воздуха рабочей зоны используется общеобменная вентиляция.

Очистка от вредных примесей в воздухе, осуществляется с помощью фильтров, установленных в вентиляции.

Значения параметров непосредственно к рассматриваемому цеху участку приведены в таблице 25.

Таблица 25 - Метеорологические условия для рабочей зоны

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С ⁰		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение	Фактич. значение	Допустим. значение
Теплый	Легкая, 1Б	22-24	20-28	60-40	15-75	0.1	0.1-0.3
Холодный	Легкая, 1Б	21 - 23	19-24	60-40	15-75	0.1	0.1-0.2

Температура в рабочей зоне поддерживается отоплением в холодный период года и вентиляцией в теплый период.

Периодический контроль содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ осуществляется силами заводской лаборатории или санитарно-гигиенической станции.

Другой немало важной задачей на производстве является создание наилучших условий для видения. Эту задачу можно решить только осветительной системой. В нормах рекомендуется освещённость участков, содержащих нужное оборудование, должна быть не менее 200 Лк.

5.3.3 Виброакустические факторы

Шум на производстве - это ещё одна проблема, которая наносит большой экономический и социальный ущерб. Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, технические и физиологические нарушения, снижает работоспособность и создаёт предпосылки для общих профессиональных заболеваний и производственного травматизма. По ГОСТ 12.1.003-83 на участке работы вагоноопрокидывателя уровень звука и эквивалентные уровни звука не должны превышать 107 дБ(А) [таблица 6.2].

Необходимые условия для снижения шума:

- Всё оборудование, применяемое на участке сборки, для снижения шума установлено на виброопорах;
- В данном цехе, при выполнении мероприятий по сокращению проникновения шумов на улицу, световые проёмы целесообразно закладывать стеклоблоками.

Вибрация является вредным производственным фактором. Измерение вибрации производится прибором ВШВ-003, снабженным датчиком вибрации. Нормативным документом, рассматривающим уровни шума для различных категорий рабочих мест, служебных помещений является ГОСТ 12.1.003-88.

5.4 Чрезвычайные ситуации

Классификация помещений по степени пожарной опасности и Помещения и здания в целом делятся по степени пожаро- или взрывоопасности на пять категорий в соответствии с техническим регламентом «О требованиях к пожарной безопасности».

Цех разгрузки угля соответствует категории Б по пожарной опасности

Категория Б - это помещения, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие волокна или пыль, а также легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки паров более 28°C в таком количестве, что образуемая ими с воздухом смесь при взрыве может создать давление более 5 кПа (цеха приготовления сеной муки, выбойные и размольные отделения мельниц и крупорушек, мазутное хозяйство электростанций и котельных) [15].

Категории производств по пожарной опасности в большой степени определяют требования к конструктивным и планировочным решениям зданий и сооружений, а также другим вопросам обеспечения пожаро- и взрывобезопасности. Они отвечают нормам технологического проектирования или специальным перечням, утверждаемым министерствами (ведомствами). Руководством при этом могут служить "Указания по определению категории производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности".

Условия возникновения пожара в зданиях и сооружениях во многом определяются степенью их огнестойкости (способность здания или сооружения в целом сопротивляться разрушению при пожаре). Здания и сооружения по степени огнестойкости подразделяются на пять степеней (I, II, III, IV и V). Степень огнестойкости здания (сооружения) зависит от возгораемости и огнестойкости основных строительных конструкций и от распространения огня по этим конструкциям.

Данный цех относится к негорючим, так как выполнен из железобетонных конструкций и негорючих материалов.

Для обеспечения безопасности против пожаров и взрывов применяются следующие меры:

- 1) производственное помещение вентилируется восьмикратной сменой воздуха в час;
- 2) гидравлическая уборка полов, смыв пыли со стен, перекрытий конструкций и оборудования в конце каждой рабочей смены во всех отапливаемых помещениях топливоподачи;
- 3) оснащение конвейеров топливоподачи блокировками, исключающими пуск конвейеров при неработающих системах обеспыливания, щепо- и металло- улавливания;
- 4) выполнение электрооборудования трактов топливоподачи пылезащитного исполнения с учётом требований гидроуборки пыли;
- 5) герметизация (от пыления) всех устройств по пересыпке топлива внутри помещений, а также бункеров сырого топлива;
- 6) для обеспечения рассеивания пыли, выходящей из вентиляционной системы, высота вытяжной трубы должна быть не менее 3 м над самым высоким зданием (около 30 м).

5.5 Охрана окружающей среды

Наиболее надежным и самым экологичным способом охраны биосферы от вредных газовых выбросов является переход к безотходному производству, или к безотходным технологиям. Под термином «безотходная технология» подразумевается создание оптимальных технологических систем с замкнутыми материальными и энергетическими потоками. Такое производство не должно иметь сточных вод, вредных выбросов в атмосферу и твердых отходов и не должно потреблять воду из природных водоемов. Конечно же, понятие «безотходное производство» имеет несколько условный характер; это идеальная модель производства, так как в реальных условиях нельзя полностью ликвидировать отходы и избавиться от влияния производства на окружающую среду. Точнее следует называть такие системы малоотходными, дающими минимальные выбросы, при которых ущерб природным экосистемам будет минимален.

Важными направлениями следует считать совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов в окружающую среду, замену и по возможности широкое применение дополнительных методов и средств защиты окружающей среды. В качестве дополнительных средств защиты применяют аппараты и системы для очистки газовых выбросов, сточных вод от примесей, глушителей шума, виброизоляторы технологического оборудования. Важную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнения: оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом местности; установление санитарно-защитных норм вокруг промышленных предприятий.

В цехе разгрузки угля в процессе работы образуются такие вещества как пыль. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры.

Вследствие использования работниками душевых и туалетов образуются жидкие отходы для удаления, которых применяют канализационную систему.

Также из-за использования обтирочных материалов образуются твердые отходы, для которых предусмотрены места хранения, и в конце смены они очищаются. При удалении отходов с территории предприятия им присваиваются категории опасности и вывозятся на соответствующие полигоны (промышленных отходов, токсичных отходов и т.д.).

Неуклонный рост поступлений токсичных веществ в окружающую среду, прежде всего, отражается на здоровье населения, ухудшает качество продукции сельского хозяйства, снижает урожайность, преждевременно ухудшает жилища, металлоконструкции промышленных и гражданских сооружений, оказывает влияние на климат отдельных регионов и состояния озонового слоя Земли, приводит к гибели флоры и фауны.

С целью охраны окружающей среды от загрязнений предусматривается внедрение:

- системы оборотного водоснабжения;
- системы очистки дождевой канализации;
- пыле- и газоулавливания.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был подробно рассмотрен технологический процесс разгрузки полувагонов с насыпными и навалочными грузами (углем). Был подробно рассмотрен механизм и электропривод вагонопрокидывателя.

Цель работы заключалась в снижении электрических нагрузок на электродвигатели и динамических нагрузок на механическую часть вагонопрокидывателя и полувагон и повышение за счет этого срока эксплуатации. Для этого были проведены исследования имитационной модели действующей установки, т.е. при прямом включении электродвигателя в сеть. С целью улучшения динамических характеристик было принято решение применения частотно-регулируемого электропривода со скалярной IR-компенсацией. В ходе исследований были определены необходимые параметры системы для осуществления корректной работы комплекса. Исследования имитационной модели электропривода показали, что динамические характеристики значительно улучшились и электропривод обеспечивает необходимую производительность вагонопрокидывателя. Также было отмечено что несмотря на большой момент нагрузки механизма выбранная система электропривода позволяет добиться определенной условиями тех. процесса точности.

В экономической части выпускной квалификационной работы рассмотрены вопросы планирования, финансирования и проведения научно-исследовательских работ по разработке электропривода вагонопрокидывателя. Разработан график проведения научного исследования, рассчитан бюджет научного исследования а также рассчитаны все расходы и отчисления.

В части безопасности жизнедеятельности рассмотрены вредные и опасные факторы для человека, находящегося в цехе разгрузки угля, а также рассмотрены меры защиты от них. Рассмотрены способы улучшения экологического состояния окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Иванов Г.М., Онищенко Г.Б. Автоматизированный электропривод в химической промышленности. М., «Машиностроение», 1975, 312 с.
- 2 Л.С. Удут, Н.В. Кояин, О.П. Мальцева. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 6. Механическая система электропривода постоянного тока. Томск, изд-во ТПУ, 2004. — 144с.
- 3 Л.С. Удут, Н.В. Кояин, О.П. Мальцева. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов. Часть 8. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод. Томск, изд-во ТПУ, 2010. — 472с.
- 4 О.П. Мальцева, Л.С. Удут, Н.В. Кояин, Системы управления электроприводов. Томск: изд-во ТПУ, 2007. — 152 с.
- 5 Преобразователи частоты для одно- и многодвигательных электроприводов мощностью от 2.2 кВт до 230 кВт. Каталог DA65.10.201 – [www.siemens.de/masterdrive vector control](http://www.siemens.de/masterdrivevectorcontrol)
- 6 Каримсаков Т.К. Варианты модернизации электроприводов шахтных вагоноопрокидывателей // ЭС и К . 2014. №3 (24)
- 7 Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок. Томск: изд-во ТПУ, 2006 – 248с.
- 8 Электронный каталог продукции www.ame-i.ru/price35/.asp.
- 9 Электронный каталог продукции www.kamkabel.ru/catalogue.
- 10 Электронный каталог продукции www.keaz.ru/production/catalogue/switch/va57.
- 11 Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
- 12 Теличко Л. Я., Корчагин А. А. Разработка и исследование оптимальной системы двухдвигательного электропривода механизма опрокидывания // Вестник ВГТУ . 2010. №2
- 13 В.Н. Извеков Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность» выпускной

квалификационной работы для студентов заочного и очного обучения всех направлений и специализаций. - Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 31с.

14 Гриневич Г.П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов ж.-д. трансп. 4-е изд., перераб. и доп. – М. Транспорт, 1981 – 343 с.

15 Технический регламент по пожарной безопасности.

16 Методические указания для выполнения экономической части ВКР.

17 Петров М. Н., Лещин М. Б. Современные проблемы железнодорожного транспорта российской федерации // международный журнал прикладных и фундаментальных исследований . 2011. №12.

18 Саушев Александр Васильевич, Троян Дмитрий Игоревич Идентификация электроприводов портовых перегрузочных машин // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова . 2015. №5 (33).

Приложение А

Introduction

Description of the process

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ4А	Заикин Максим Юрьевич		

Консультант кафедры ЭПЭО:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Краснов И.Ю.	к.т.н		

Консультант – лингвист кафедры ИЯЭИ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Токмашев Д.М.	к.ф.н.		

INTRODUCTION

Relevance of the research topic.

To date, the most effective mechanism for unloading bulk materials from rail transport is a complex of car dumper. There are applied twin-motor electric drive with open-loop speed parametric control system with asynchronous motors with slip-ring stator, providing uniform loading of motors in static mode. The main disadvantages of the existing electric systems are not providing the required dynamic and static performance, increased power consumption. Significant dynamic loads generated in the mechanical elements of the rollover of cars using this system. The current trend is the use of asynchronous electric motors with squirrel-cage rotor, which have a simple and robust design.

In connection with the advent of the modern converter technology, it becomes urgent construction of the AC motor drive system with squirrel-cage rotor for tilting mechanism, taking into account the peculiarities of his work.

To investigate the twin- motor electric drive system uses a mathematical model of the electric tilting mechanism dumper.

Research in the field of energy-saving systems, electric tilting mechanism of car dumper is an urgent task, since the improvement of the electric drive system leads to energy efficiency and increase the reliability of the mechanisms.

The aim of the work is to reduce the electrical load on the motors and dynamic loads on the mechanical part of the car dumper and wagon and improvement of the life of the account during intense intermittent modes using a highly reliable dual-engine electric drive system with improved energy efficiency.

Significance:

- Developed the electric drive will reduce the losses in the drive system, as well as a defect of the mechanism and the rolling stock (wagons and gondola), which will increase the service life of both asynchronous motors and design of car dumper;
- A system of scalar frequency twin-engine electric drive will reduce the wear of the mechanical part of the car dumper, extend the life of the engine by eliminating the heavy starting modes and applications easy to maintain affordable and reliable asynchronous electric motors with squirrel-cage rotor;
- Developed electric drive system will allow an average of 20% reduction in energy consumption and the level of reactive power in all modes through the use of frequency converters with energy recovery into the network and elimination of rotor resistance.

1. Technological process works of a car dumper complex.

1.1. Placing the technological mechanisms and electrical equipment of a complex

The room control station (RCS) in Figure 1 is a three-storey building, on the first two floors of which are located the first and second electric car dumpers, on the third - just a workplace of the operator, including a remote control car dumpers and a pusher, and an interface that displays all major controllable parameters ED.

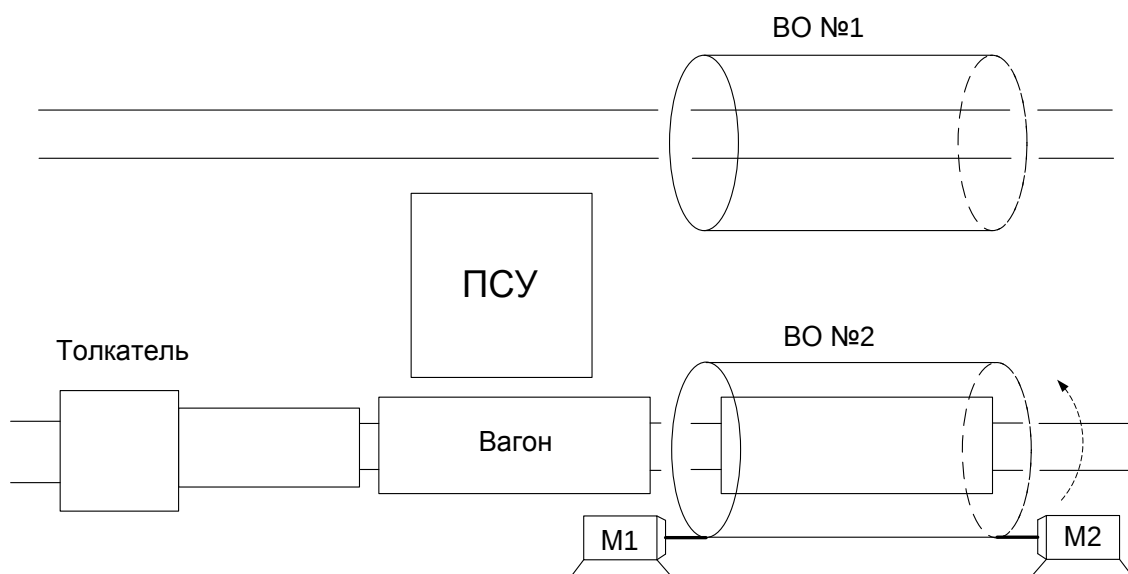


Figure 35 - Location of technological mechanisms

Car dumper is designed for unloading cars with various technological materials, coming in at a crushing and screening plant production. CD consists of a rotor, which is installed on the support rollers, is its rotation by two induction motors crane and metallurgical series with squirrel-cage rotor, working through power gears on a common output shaft. Low-speed shaft by means of intermediate gears transmits the force to the ring gears of the rotor.

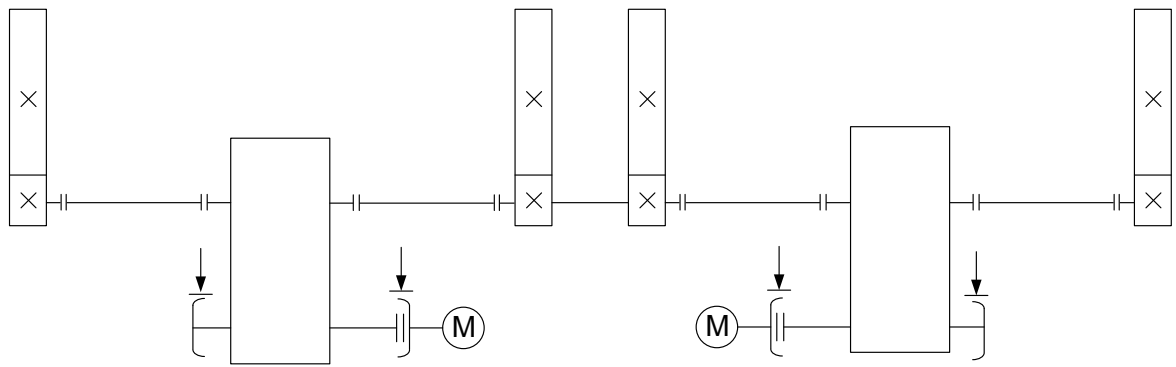


Figure 36 - The kinematic scheme of a car dumper

Driver of rotation equipped with two brakes with hydraulic tappets with induction motors. Each brake is fitted with two pusher. Each of the upper beams of the rotor is equipped with two vibrator directional asynchronous motors designed for shaking carriages for the purpose of cleaning materials adhered to the wall.

There is a hopper under car dumper that directs material apron feeders located at a depth of 8-9 meters, with whom he falls onto a conveyor and goes to the crushing and screening plant for further processing.

1.2. Design and specifications dumper

Car dumper consists of a rotor 1 (Fig. 3) 2 Platform, cradles 3, the drive 4, 5 carrying rollers, vibrators 6, 7, the gasket wall.

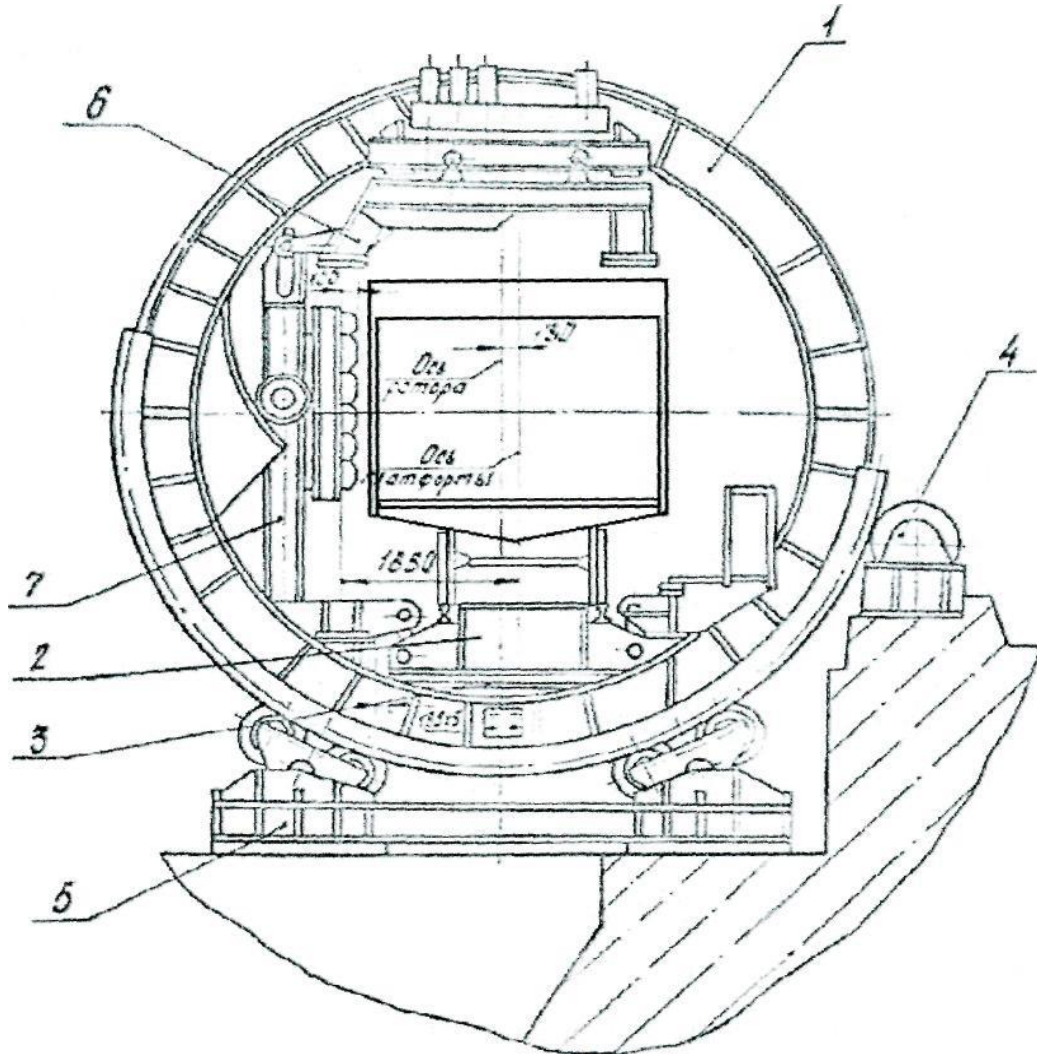


Figure 37 - General view of the car dumper.

1) Rotor.

Car dumper's rotor is a welded metal structure consisting of four disks, mutually interconnected longitudinal links. In the upper part of the rotor disks interconnected beams, which by means of spring pins and a set of vibrators suspended frame.

On the rotor disk fitted crowns and shields protect the carrying rollers and pins from falling asleep while car dumper is unloading. Each rotor disk is attached bandage and a ring gear, which provide a rotor rotation of 179° . Fixing band and the crown of the disc rotor bolts made. In the upper part of the rotor, the opposite mating wall and attaching sheathing panels hingedly suspended promoting localization dust. When the car dumper boards are pressed to the car, preventing the possibility of dust rise up along the car.

2) Platform.

The platform is a welded structure suspended on eight rods to the cradle. Such a suspension provides lateral heaping up of wagon to the mating walls of the platforms. In order to mitigate the side heaping up of wagon between the platform and cradles mounted spring buffer. Combining rail platform with rails railway track foundation is carried out focusing side rollers in the base platform. To restrict longitudinal movement of the ends of the foundation platform mounted rollers (one on each end). Between the rollers and the platform with face sheets are gaps of 5 mm. For accurate fixing wagon dumper on the platform installed on the supply side braking device lever-action spring. Wagon its first pair of wheels is in contact with the tire and the brake is stopped. After that comes rotor is turning and car dumper is unloading.

3) Cradles and gasket wall.

The rotor contains two cradles, each of which is a curved metal structure a frame consisting of two support beams and the mating wall. Each gasket wall consists of a frame and the upper movable wall. Recent gasket wall is pivotally connected to the middle wall.

To increase the safety and increase durability car dumper rubber lining, gasket wall being movable relative to the upper frame, and cradles them pivotally connected via arms forming a parallelogram. Each halt internal wall has two pins, by which

walls are supported on the top of the rotor disks. At the bottom of the cradle on the lateral rods suspended from the brackets of the rotor disks. The suspension system cradles provides vertical heaping up of wagon. To soften the blow when you return to the starting position of the platform with cradles in the support beams are eight spring buffers. In the initial position of the buffer are compressed and cradles should fit without gaps, based on all arms on the rotor disk. The rotor is mounted on four roll sets. Each roller carriage consists of a frame, which is bolted to the sprinkled two brackets fastened on rocker. The balancing uses two rollers on which rests the rotor shroud. The longitudinal movement of its rotation is limited to flanged rollers extreme roller carriages. Rollers are equipped with special scrapers, provide self-cleaning roller from the unloaded material.

5) Drive.

Rotation of the rotor is performed by two actuators which are connected to the drive gear through the intermediate gear shafts and couplings. The drive gear mounted on bearings and engage with rims secured to the rotor disks. The last gear connected to the sequencer. Each drive is equipped with an electric motor 4MTN 280-M10 gearbox TSDN Reducers-630 and two brakes TE-80.

6) Vibrators.

Vibrators consist of two welded frame - fixed and movable. Fixed frame suspended from the top of the rotor beam, her rigidly fixed directional vibrator. The movable frame is suspended on a fixed and connected to the guide on the walls of the mating arms with rollers. When tipping wagon leans the upper strapping bars on support beams of the movable frame.

1.3. The technological process of the complex

Designed for unloading wagons are supplied to car dumper and one mounted on its platform. Installation of the gondola on the platform and lock braking device produced machinist dumper. After installing the driver gondola transfer Controllers handle includes electric tilt mechanism. At the initial moment at some turn of the rotor 1 (see. Figure 3) platform 2 with wagon moves under its own weight and spring buffers to movable walls to complete the gasket fit them open wagon body. Wagon is heaping up. This moment determined by turning the rotor:

- With a lifting capacity of 60 tons of open-top cars in the $19^{\circ} 51'$;
- With wagon carrying capacity of 93-110 tons to 16° .

Upon further rotation of the rotor movable wall mating with gondola cars, moving the lever rests on the cradle. Vertical movement of the movable wall is halted full-time course of car dumper spring. When the rotor is rotated by $48^{\circ} 30'$ relative to the rotor position of the gondola does not change, and after this rotation occurs moving cradles 3 platform and gondola cars until it touches the upper body harness with supports vibrators frames 6. There is a vertical heaping up of wagon. Vertical heaping up is determined by turning the rotor:

- With a lifting capacity of 60 tons of gondola cars $83^{\circ} 30'$;
- With wagon carrying capacity of 93-110 tons to 73° .

Further rotation of the rotor occurs with gondola cars resting on the frame vibrators. In this platform by its own weight is pressed against the wheels of the gondola. When the rotor is rotated at $175 \dots 179^{\circ}$ included vibrators. Created vibrators directed vibrations are transmitted to the body gondola, contributing cargo rash. The duration of treatment for different loads of 5 ... 10 seconds. After unloading of wagon drive motors included in the return stroke, and the cradle with gondola cars and the platform in reverse order back to the original position. After returning

to the starting position is pushed out of an empty wagon dumper, and in its place set next laden wagon. The cycle of operation is repeated.

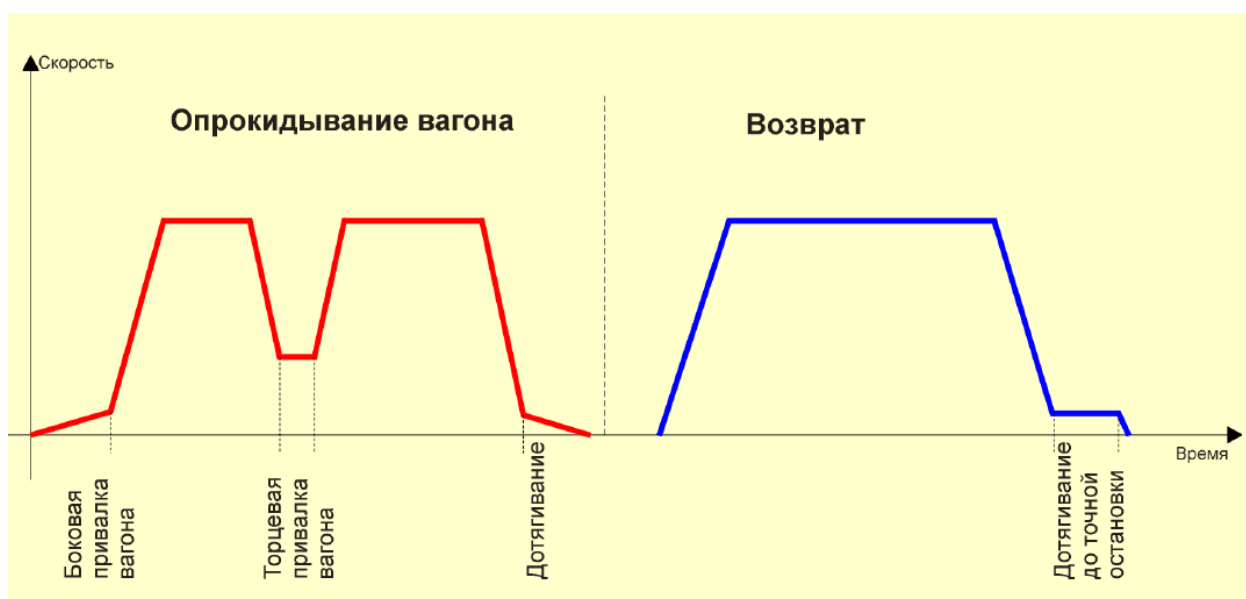


Figure 37 - Sequence diagram of the car dumper rotor.