

**Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
города Москвы
«Московский государственный колледж электромеханики
и информационных технологий»**

Допущено к защите

зам. директора по содержанию образования

_____ С. И. Горбунов

« _____ » _____ 2021г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «.....»

Специальность: 13.02.10 «Электрические машины и аппараты»

Выполнил

Студент группы 5МИ-16

_____ / _____ /

(подпись)

(ФИО)

Руководитель

преподаватель, МГКЭИТ

выпускной квалификационной
работы

(должность, место работы)

_____ /Иванов Г. А./

(подпись)

(ФИО)

Оценка ВКР «_____»

« _____ » _____ 2021 г.

Москва 2021

Оглавление

Оглавление.....	2
Введение в выпускную квалификационную работу	3
Теоретическая часть:.....	4
Глава 1 – Расчетная часть	5
Раздел 2 – Расчет обмотки статора	7
Раздел 3 – Расчет размеров зубцовой зонч статора и воздушного зазора	8
Раздел 4 – Расчет ротора.....	9
Раздел 5 – Расчет магнитной цепи.....	10
Раздел 6 – Параметры рабочего режима асинхронного двигателя	11
Раздел 7 – Расчет потерь.....	12
Раздел 8 – Расчет рабочих характеристик аналитическим методом.....	13
Раздел 9 – Расчет пусковых характеристик	14
Раздел 10 Тепловой и вентяляционный расчет.....	15
Глава 2 – Технологическая часть	16
Охрана труда и безопасность.....	17
4.1 Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электрооборудования.....	17
4.2 Применение средств защиты от поражения электрическим током...	19
Заключение	25
СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	26

					ДП 140446.009.15 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Баранов А.А					
Провер.		Иванов Г.А					
Н. Контр.							
Утвёрд.							
<i>Разработка программы для ПЭВМ по расчёту асинхронных двигателей</i>					Лит.	Лист	Листов
						2	18
					ГБПОУ МГКЭИТ		

Введение в выпускную квалификационную работу

Необходимость автоматизации процесса расчёта технических, технико-экономических параметров асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Особенности наладки и испытаний асинхронных электродвигателей

Технические возможности и удобство разработанной программы по расчёту асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Программа XLSX AD4A по названию говорит что расчетная частьана выделена под препроцессор EXCEL и содержит в себе полный технический расчет электродвигателя который включает

1. Определение главных размеров асинхронного двигателя
2. Расчет обмотки статора
3. Расчет размеров зубцовой зонч статора и воздушного зазора
4. Расчет ротора
5. Расчет магнитной цепи
6. Параметры рабочего режима асинхронного двигателя
7. Расчет потерь
8. Расчет рабочих характеристик аналитическим методом
9. Расчет пусковых характеристик
 - 9.1.Расчет пусковых характеристик с учетом вытеснения
 - 9.2.Расчет пусковых характеристик с учетом насыщения
10. Термический и вентиляционный расчет

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

3

Глава 1 – Теоретическая часть:

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

4

Глава 2 – Расчетная часть

Расчёт основных технико – экономических параметров асинхронного электродвигателя

Расчет 11 разделов

Не более 40 листов

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

5

Раздел 1 – Определение главных размеров асинхронного двигателя

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

6

Раздел 2 – Расчет обмотки статора

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

7

Раздел 3 – Расчет размеров зубцовой зонч статора и воздушного зазора

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

8

Раздел 4 – Расчет ротора

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

9

Раздел 5 – Расчет магнитной цепи

Индукция в ярме ротора
Индукция в ярме статора
Магнитное напряжение воздушного зазора
Магнитное напряжение зубцовой зоны статора
Магнитное напряжение зубцовой зоны ротора
Магнитное напряжение ярма ротора
Магнитное напряжение ярма статора

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

10

Раздел 6 – Параметры рабочего режима асинхронного двигателя

Выборочные значения б раздел

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

11

Раздел 7 – Расчет потерь

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

12

Раздел 8 – Расчет рабочих характеристик аналитическим методом

Расчет рабочих характеристик произведен в программе XLSX AD4A в виде таблицы с разделением на 100 пересчитываемых значений данного значения скольжения

диапозон значений скольжения от (0.01 до 0.1) S

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

13

Раздел 9 – Расчет пусковых характеристик

Расчет пусковых характеристик произведен в программе XLSX AD4A в виде таблицы с разделением на 100 пересчитываемых значений данного значения скольжения

диапазон значений скольжения от (0.1 до 1) S

Это особый раздел где рассчитываются характеристики учетом влияния вытеснения в каждом из состояний рассчитывается коэффициенты и строится график отношений пусковых токов и пусковых моментов

Учет вытеснения

Учет насыщения

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

14

Раздел 10 Тепловой и вентиляционный расчет

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

15

Глава 2 – Технологическая часть

Особенности исптания асинхронной электрической машины

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

16

Охрана труда и безопасность

4.1 Мероприятия, обеспечивающие безопасную эксплуатацию электрооборудования

Организационными мероприятиями, обеспечивающими безопасность работы в электроустановках, являются:

- а) оформление работы нарядом-допуском (далее нарядом), распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- б) допуск к работе;
- в) надзор во время работы;
- г) оформление перерыва в работе, переводов на другое рабочее место, окончания работы

Работа в электроустановках производится по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации. Наряд - это задание на производство работы, оформленное на специальном бланке установленной формы и определяющее содержание, место работы, время её начала и окончания, условия безопасного проведения, состав бригады и лиц, ответственных за безопасность выполнения работы, и пр.

По наряду могут производиться работы в электроустановках, выполняемые:

- а) со снятием напряжения;
- б) без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них.

Распоряжение - это технический документ, в котором содержится задание на производство работы, определяющее её содержание, место, время,

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

17

меры безопасности (если они требуются) и лиц, которым поручено её выполнение. Распоряжение может быть передано непосредственно или с помощью средств связи с последующей записью в оперативном журнале.

Текущая эксплуатация — это процедура проведения оперативным (оперативно-ремонтным) персоналом самостоятельно на закрепленном за ним участке в течение одной смены определённого вида работ.

Оперативное обслуживание электроустановок может осуществляться как местным оперативным или оперативно-ремонтным персоналом, за которым закреплена данная электроустановка, так и выездным, за которым закреплена группа электроустановок

Лицам из оперативно-ремонтного персонала, обслуживающим электроустановки, эксплуатируемые без местного оперативного персонала, при осмотре электроустановок, оперативных переключениях, подготовке рабочих мест и допуске бригад к работе и т.п. в соответствии с настоящими Правилами и «ПТЭ электроустановок потребителей» предоставляются все права и обязанности оперативного персонала.

Вид оперативного обслуживания, число лиц из оперативного персонала в смену или на электроустановке определяются лицом, ответственным за электрохозяйство, по согласованию с администрацией предприятия (организации) и указываются в местных инструкциях

К оперативному обслуживанию электроустановок допускаются лица, знающие оперативные схемы, должностные и эксплуатационные инструкции, особенности оборудования и прошедшие обучение и проверку знаний.

Лица из оперативного персонала, обслуживающие электроустановки единолично, и старшие в смене или бригаде, за которыми закреплена данная электроустановка, должны иметь группу по электробезопасности не ниже IV

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист	ДП 13.02.10.3.21 ПЗ	18

в установках напряжением выше 1000 В и III в установках напряжением до 1000 В

Оперативный персонал должен работать по графику, утвержденному лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия или структурного подразделения.

Работы в электроустановках в отношении мер безопасности подразделяются на выполняемые:

со снятием напряжения;

без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них;

без снятия напряжения вдали от токоведущих частей, находящихся под напряжением

При одновременной работе в электроустановках напряжением до и выше 1000 В категории работ определяются применительно к электроустановкам напряжением выше 1000 В

К работам, выполняемым со снятием напряжения, относятся работы, которые производятся в электроустановке (или части её), в которой с токоведущих частей снято напряжение

К работам, выполняемым без снятия напряжения на токоведущих частях и вблизи них, относятся работы, проводимые непосредственно на этих частях

В электроустановках напряжением выше 1000 В, а также на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) напряжением до 1000 В к этим же работам относятся работы, выполняемые на расстояниях от токоведущих частей.

4.2 Применение средств защиты от поражения электрическим током

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист	ДП 13.02.10.3.21 ПЗ	19

Опасность поражения людей электрическим током на производстве и в быту возникает при несоблюдении мер безопасности, а также при отказе или неисправности электрического оборудования и бытовых приборов

В сравнении с другими видами производственного травматизма электротравмы составляют небольшой процент, однако по числу травм с тяжёлым и особенно летальным исходом занимают одно из первых мест.

Для обеспечения электробезопасности необходимо точное соблюдение правил технической эксплуатации электроустановок и проведение мероприятий по защите от электротравматизма.

Средства защиты от поражения электрическим током разделяются на общетехнические, специальные и индивидуальные.

К общетехническим средствам защиты от прикосновения к токоведущим частям относятся:

- изоляция проводов;
- применение безопасного сверхнизкого (малого) напряжения;
- обеспечение недоступности токоведущих частей с использованием ограждающих средств (ограждения, кожух, корпус, электрический шкаф и т.д.);
- блокировки безопасности (механические, электрические);
- применение защитных устройств от случайных прикосновений (изолирование, ограждения, сигнализация, блокировка, заземление или зануление, защитное отключение, знаки безопасности);
- использование средств борьбы со статическим электричеством;

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

20

- меры ориентации (маркировка отдельных частей электрооборудования, надписи, предупредительные знаки, разноцветная изоляция, световая сигнализация и др.);
- использование средств защиты

Для защиты от случайных прикосновений токоведущие части и детали электрооборудования изолируют. Электрическая изоляция проводов характеризуется её электрическим сопротивлением. Высокое сопротивление изоляции проводов относительно земли и корпусов электроустановок создаёт безопасные условия для человека.

Во время работы электроустановок состояние изоляции ухудшается за счёт нагревания, механических повреждений, влияния климатических условий и окружающей производственной среды (химически активных веществ и кислот, температуры, давления, большой влажности или чрезмерной сухости). Возникновение механических повреждений изоляции электроприборов в процессе эксплуатации недопустимо.

Ограждения применяются сплошные и сетчатые. Они должны быть огнестойкими. В установках напряжением выше 1000 В должны соблюдаться допустимые расстояния от токоведущих частей до ограждений.

Опасную зону для защиты от случайного прикосновения человека ограждают. Ограждения выполняют в виде переносных щитов, стенок, экранов, располагаемых в непосредственной близости от опасного оборудования или открытых токоведущих шин

Незащищенное электрическое оборудование размещают также на недоступной высоте в помещении. Ограждения должны быть выполнены таким образом, чтобы снятие или открывание их были возможны лишь при помощи ключа или инструмента

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Лист
					ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Оградительные устройства применяют совместно с сигнализацией и блокировкой, которые предотвращают несанкционированный доступ к опасному оборудованию.

Блокировка применяется в электроустановках с огражденными токоведущими частями. Она автоматически обеспечивает снятие напряжения с токоведущих частей электроустановок при несанкционированном проникновении за ограждение

К специальным средствам защиты от напряжения относятся защитное заземление, защитное зануление и защитное отключение

Защитное заземление и зануление являются основной мерой защиты металлоконструкции. Основная цель — защитить от возможного удара током пользователя прибора при замыкании на корпус, например от поражения электрическим током в случае замыкания фазного провода на корпус, когда нарушена изоляция

Заземление — это преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки системы электроустановки или оборудования с заземляющим устройством для обеспечения электробезопасности. Заземлению подлежат корпуса электрических машин и инструментов, осветительной арматуры, каркасы распределительных щитов, помещения с повышенной электрической опасностью

Заземляющее устройство состоит из заземлителя (проводящей части или совокупности соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду) и заземляющего проводника, соединяющего заземляемую часть (точку) с заземлителем

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

22

Заземлители — металлические стержни, специально забиваемые вертикально в землю, а в ряде случаев еще и дополнительные приваренные к ним металлические полосы или прутки, укладываемые горизонтально в земле на дно котлована

В случае возникновения напряжения на корпусе электроустановки с защитным заземлением электрический ток пройдет в землю по параллельной цепи, но не через тело человека

Средства индивидуальной защиты делятся на основные и дополнительные

К основным изолирующими электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся изолирующие штанги, изолирующие клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, ручной изолирующий инструмент. Они проходят обязательную периодическую поверку. Их испытывают на пробой напряжением.

К дополнительным изолирующими электрозащитным средствам относят такие, которые сами по себе не могут при определенном напряжении обеспечить защиту от поражения электрическим током, но дополняют основное средство защиты:

- в электроустановках с напряжением выше 1000 В это диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, диэлектрические ковры и др.;
- с напряжением до 1000 В — диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки

Вспомогательные защитные средства применяют для защиты от случайного падения с высоты, предохранения от световых и тепловых воздействий тока

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

23

Вспомогательными средствами являются: предохранительные пояса, грудные обвязки, канаты, когти, защитные очки, рукавицы, суконные костюмы

В основе обеспечения электробезопасности лежит неукоснительное выполнение требований действующих правил устройства электроустановок (ПУЭ) и правил охраны труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

24

Заключение

В выполненной выпускной квалификационной работе указаны этапы При выполнении выпускной квалификационной работы удалось спроектировать асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором общепромышленного исполнения

В выполненной выпускной квалификационной работе приведены принципиальная и кинематическая схемы разработанной систем

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

25

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АД – асинхронный двигатель;
АД с КЗ – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором;
Д - двигатель;
КР - капитальный ремонт;
ЛВЖ - легковоспламеняющиеся жидкости;
СЭС - система электроснабжения;
ТО - техническое обслуживание;
ЭЭ – электроэнергия;

ВЗНАЧ – вводимые и изменяющие значения

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 п3

Лист

26

Список используемых источников стандартов и книг

- 1) Лихачев В.Л 2004, Справочник обмотчика асинхронных электродвигателей
- 2) И.И. Алиев. Электротехнический справочник, 2010.
- 3) Гольдберг О. Д., Свириденко И. С; Инженерное проектирование и САПР электрических машин, под ред. О. Д. Гольдберга Учебник: Издательский центр «Академия», www.academia-moscow.ru, 2011.
- 4) Кацман М.М. Электрические машины. – М.: Издательский центр «Академия», 2005
- 5) Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам. – М.: Издательский центр «Академия», 2005
- 6) Кацман М.М. Электрический привод. – М.: Издательский центр «Академия», 2005
- 7) Кацман М.М. Расчёт и конструирование электрических машин; Учеб. пособие для техникумов. М.: Энергоатомиздат, 1984.
- 8) Копылов И.П. Проектирование электрических машин. – М.: Юрайт, 2019
- 9) Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. — М.: «Высшая школа», 1990.
- 10) Москаленко В.В. Электрический привод. - М.: Издательский центр «Академия», 2007
- 11) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей/ Главгос- энергонадзор России. — М., 2006.
- 12) Правила устройства электроустановок. — М.: Энергоатомиздат, 2006
- 13) Сибикин Ю.Д. и др. Э. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. —М.: «Высшая школа», 2001.
- 14) Соколова Е.М. Электрическое и электромеханическое оборудование. – М.: Издательский центр «Академия», 2003

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

27

- 15) Шеховцов В.П., Расчёт и проектирование схем электроснабжения / учебное пособие/ В.П. Шеховцов. — 3-е изд., испр. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020
- 16) Шеховцов, В. П. Электрическое и электромеханическое оборудование : учебник / В.П. Шеховцов. — 3-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2018.
- 17) Периодическая литература, каталоги, информационно-поисковые системы

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

28

Список Приложений

Приложение а – чертеж двигателя вид спереди с разрезом, чертеж двигателя вид сбоку с разрезом

Приложение б – спецификация сборочного чертежа

Приложение в – ссылка на репозиторий с программой Excel

Приложение г – ссылка на репозиторий с программой кодовых формул

Приложение е – ссылка на репозиторий с пояснительной запиской

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата

ДП 13.02.10.3.21 ПЗ

Лист

29