

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ГОМЕЛЬСКОГО ОБЛАСТНОГО  
ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БУДА-КОШЕЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Зам. директора по учебной работе  
\_\_\_\_\_ В.С. Лахмаков**

## **ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
по изучению дисциплины  
и выполнению контрольных заданий  
для учащихся-заочников учреждений, обеспечивающих  
получение среднего специального образования по специальности  
2-74 06 31-01 «Энергетическое обеспечение  
сельскохозяйственного производства»**



**Буда–Кошелево  
2020**



Автор: Никитенко Дмитрий Михайлович, преподаватель высшей квалификационной категории.

Рассмотрено и рекомендовано к изданию  
на заседании цикловой комиссии  
электротехнических дисциплин  
Протокол № 5 от «08» января 2020 г.  
Председатель \_\_\_\_\_ М.В. Азарушкина



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. Тематический план	5
3. Содержание программы	7
4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы №1	17
5. Методические рекомендации по выполнению практических заданий контрольной работы №1.	23
6. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы №2	48
7. Методические рекомендации по выполнению практических заданий контрольной работы №2.	53
8. Рекомендуемая литература	59



## 1. Пояснительная записка

**Основная цель** изучения дисциплины «Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации» - формирование знаний учащихся по организации проведения технического обслуживания и текущего ремонта электрооборудования, изучению технологических схем ремонта электрооборудования, проведению профилактических испытаний и измерений, определению и устранению основных неисправностей электрооборудования.

### **Основные задачи:**

- ознакомление с требованиями, предъявляемыми к качеству проведения технического обслуживания и ремонта электрооборудования;

- обеспечение учащихся высоким уровнем специальных знаний, которые позволил бы специалисту свободно производить техническое обслуживание и текущий ремонт электрооборудования, определять и устранять основные неисправности электрооборудования, приобрести навыки наиболее перспективной системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования и средств автоматизации, контролировать их качество.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны знать

### **на уровне представления:**

- организацию работ по эксплуатации и ремонту электроустановок;
- цели и задачи эксплуатации и ремонта электроустановок;
- область применения и условия эксплуатации электроустановок;
- основные понятия и определение надежности работы электроустановок;
- инструменты, приспособления и механизмы при производстве ремонтных работ.

### **на уровне понимания:**

- правила разработки, дефектации и сборки электрооборудования;
- периодичность и объем технического обслуживания и ремонта электрооборудования;
- методы испытания электрооборудования при ТО и после ремонта;
- объем и нормы приемо-сдаточных испытаний электрооборудования.

### **уметь:**

- оценить состояние пригодности электрооборудования для эксплуатации;
- производить техническое обслуживание и ремонт электрооборудования;
- производить приемо-сдаточные испытания электрооборудования;
- пользоваться приспособлениями, измерительными приборами при ремонте электрооборудования;
- определять основные неисправности в электроустановках и устранять их;
- обеспечить безопасность жизнедеятельности людей и сохранить животных при техническом обслуживании и ремонте электроустановок.

При изучении дисциплины учебным планом предусмотрены две домашние контрольные работы, являющихся одной из форм проверки теоретических знаний учащихся и их умения практически реализовывать теорию при решении задач.



## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### учебной дисциплины «Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации»

по специальности 2-74 06 31-01 «Энергетическое обеспечение сельскохозяйственного производства»

Раздел, тема	Количество часов			
	Всего по дневной форме обучения	В том числе на ОЗО		
		на лекции и др., теоретические занятия	На лабораторные и практические занятия	На самостоятельную работу учащихся
1	2	3	4	
<b>Введение</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>Раздел 1.</b> Эксплуатация и ремонт электроустановок	<b>1</b>	<b>1</b>		
<b>Раздел 2.</b> Испытание электрооборудования и средств автоматизации	<b>6</b>	<b>2</b>		<b>4</b>
<b>Раздел 3.</b> Эксплуатация и ремонт силовых трансформаторов	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>20</b>
<b>3.1.</b> Эксплуатация силовых трансформаторов	12	2	2	8
<b>3.2.</b> Ремонт силовых трансформаторов	14	2		12
<b>Раздел 4.</b> Эксплуатация и ремонт резервных электростанций	<b>4</b>	<b>-</b>		<b>4</b>
<b>Раздел 5.</b> Эксплуатация и ремонт воздушных линий напряжением до 1000В	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Раздел 6.</b> Эксплуатация и ремонт кабельных линий напряжением до 1000В	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>6</b>
<b>Раздел 7.</b> Эксплуатация и ремонт электродвигателей.	<b>34</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>26</b>
<b>7.1.</b> Эксплуатация электродвигателей	16	2	4	10
<b>7.2.</b> Ремонт электродвигателей	17	2		15
<b>Раздел 8.</b> Эксплуатация и ремонт пускозащитной аппаратуры напряжением до 1000В	<b>32</b>	<b>4</b>		<b>28</b>
<b>8.1.</b> Эксплуатация пускозащитной аппаратуры напряжением до 1000В	16	2		14
<b>8.2.</b> Ремонт пускозащитной аппаратуры напряжением до 1000В	16	2		14
<b>Раздел 9.</b> Эксплуатация и ремонт средств автоматизации	<b>14</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>12</b>
<b>Раздел 10.</b> Эксплуатация и ремонт внутренних элект-				



троппроводок и электроустановок специального назначения	12	2	-	10
<b>Раздел 11.</b> Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей, тракторов, комбайнов	20	8	4	8
11.1. Эксплуатация электрооборудования автомобилей, тракторов, комбайнов	10	4		6
11.2. Ремонт электрооборудования автомобилей, тракторов, комбайнов	10	4	4	2
<b>Раздел 12.</b> Эксплуатация и ремонт распределительных устройств напряжением свыше 1000В	10	-		10
12.1 Эксплуатация распределительных устройств напряжением свыше 1000В	4	-		4
12.2. Ремонт распределительных устройств напряжением свыше 1000В	5	-		5
<b>Раздел 13.</b> Рациональная эксплуатация электрооборудования	4	-		
<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>134</b>



### 3.СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Цели изучения темы	Содержание разделов и тем	Результат
1	2	3
	<b>Введение</b> Цели и задачи дисциплины, ее краткое содержание, связь с другими дисциплинами. Что должен знать и уметь учащийся в результате изучения дисциплины. Значение дисциплины в подготовке техника-электрика. Роль ученых республики Беларусь в развитии электрификации и автоматизации сельского хозяйства. Достижения передовых хозяйств и новаторов сельскохозяйственного производства по эффективности автоматизации производственных процессов. Основные положения и определения, используемые в эксплуатации и ремонте электрооборудования (что называют эксплуатацией, что такое работоспособность, долговечность, безотказность). Общие положения по безопасности труда при эксплуатации и ремонте электрооборудования.	Называет цели и задачи дисциплины, ее значение в системе подготовки специалиста. Высказывает суждение электрификации и автоматизации производственных процессов сельскохозяйственного производства. характеризует основные положения и определения при эксплуатации и ремонте электрооборудования, общие положения по безопасности труда при эксплуатации и ремонте электрооборудования.
<b>РАЗДЕЛ 1. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.</b>		
Сформировать знания принадлежности сельских электрических установок, назначение системы ППРЭ сх, надежности электрооборудования, технической документации электротехнической службы АПК и стандартов ее оформления.	Сельские электрические установки их ведомственная принадлежность. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования используемого в сельском хозяйстве. Эксплуатация и ремонт сельских электрических установок. Основные показатели эксплуатации электрооборудования (КПД, коэффициент мощности и пр. ). Параметры надежности электрооборудования КИП и А. Техническая документация электротехнической службы АПК и стандарты ее оформления. Обеспечение электрооборудования запасными частями, материалами на ремонтно-эксплуатационные нужды и резервным фондом.	Дает оценку принадлежности сельских электрических установок. Объясняет назначение системы ППРЭ сх. Анализирует состав технической документации электротехнической службы АПК и стандарты ее оформления.
<b>РАЗДЕЛ 2. ИСПЫТАНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.</b>		
Сформировать знания объема приемо-сдаточных испытаний при текущем и капитальном ремонтах. Закрепить умения профилактических испытаний электрооборудования согласно стандартов.	Приемо-сдаточные испытания при текущих и капитальных ремонтах согласно стандартов. Профилактические испытания электрооборудования, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации. Государственная и ведомственная проверки средств измерений. Сопротивление изоляции, приборы для измерения.	Объясняет объем приемо-сдаточных испытаний при текущем и капитальном ремонтах. Планирует профилактические испытания электрооборудования согласно стандартов





1	2	3
Сформировать умения измерять электрические величины измерительными приборами	<i>Лабораторная работа №1</i> Работа с измерительными приборами электрика.	Производит измерение электрических величин измерительными приборами.
<b>РАЗДЕЛ 3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.</b>		
<p>Научить применять знания последовательности подготовки и включения силовых трансформаторов, обеспечение надежности эксплуатации.</p> <p>Сформировать знания сроков и объема осмотров, контроля нагрузки и температуры нагрева силовых трансформаторов, способов сушки силовых трансформаторов, эксплуатации трансформаторного масла.</p>	<p><b>3.1 Эксплуатация силовых трансформаторов</b></p> <p>Основные положения ПЭЭП (Правил эксплуатации электроустановок потребителей) по эксплуатации силовых трансформаторов. Испытания силовых трансформаторов, подготовка их к включению. Обеспечение надежности при эксплуатации трансформаторов. Особенности эксплуатации трансформаторов 10/0, 4кВ в сельских электрических сетях. Сроки и объем проведения осмотров трансформаторов.</p> <p>Контроль нагрузки и температуры нагрева трансформаторов.</p> <p>Сушка силовых трансформаторов.</p> <p>Эксплуатация трансформаторного масла.</p> <p>Влияние схем соединения обмоток трансформаторов на качество напряжения в электросети при несимметрии нагрузки фаз.</p>	Объясняет подготовку и включение силовых трансформаторов, обеспечение надежности эксплуатации. Излагает сроки и объем осмотров, контроль нагрузки и температуры нагрева силовых трансформаторов, способы сушки силовых трансформаторов, эксплуатацию трансформаторного масла.
Сформировать умения определять степень увлажненности силовых трансформаторов.	<i>Лабораторная работа №2</i> Определение степени увлажненности силовых трансформаторов.	Определяет степень увлажненности силовых трансформаторов.
Сформировать умения определять неисправности и составлять дефектную ведомость силовых трансформаторов.	<i>Лабораторная работа №3</i> Определение неисправностей и составление дефектной ведомости силовых трансформаторов.	Определяет неисправности и составляет дефектную ведомость силовых трансформаторов.
Закрепить знания определения неисправностей силовых трансформаторов, определять объем текущего и капитального ремонтов, производить разборку, дефектацию и сборку, ремонт переключающих устройств, основных частей силового трансформатора. Развить умения испытаний силовых трансформаторов.	<p><b>3.2.Ремонт силовых трансформаторов</b></p> <p>Неисправности силовых трансформаторов, их признаки и причины. Сроки и объем проведения текущих и капитальных ремонтов трансформаторов. Схема технологического процесса ремонта. Прием, разборка, дефектация и сборка трансформаторов.</p> <p>Ремонт обмоток. Пропитка и сушка обмоток. Ремонт магнитопроводов и переключающих устройств. Ремонт арматуры трансформаторов. Комплектовочные работы и сборка трансформаторов.</p> <p>Ремонт основных наружных составных частей трансформатора. Испытание трансформаторов после ремонта. ТБ при ремонте трансформаторов.</p>	Объясняет последовательность определения неисправностей, объем текущего и капитального ремонтов, разборку, дефектацию и сборку, ремонт переключающих устройств, основных частей силового трансформатора. выполняет испытания силовых трансформаторов.





1	2	3
Сформировать умения производить испытание силовых трансформаторов после ремонта.	<i>Лабораторная работа №4</i> Испытание силовых трансформаторов после ремонта.	Производит испытания силовых трансформаторов после ремонта.
Сформировать умения производить сушку изоляции обмоток трансформаторов методом потерями в собственном баке.	<i>Лабораторная работа №5</i> Сушка изоляции обмоток трансформаторов методом потерями в собственном баке.	Производит сушку изоляции обмоток трансформаторов методом потерями в собственном баке.
Сформировать умения производить включение трансформаторов на параллельную работу.	<i>Лабораторная работа №6</i> Включение трансформаторов на параллельную работу и исследование их параллельной работы.	Производит включение трансформаторов на параллельную работу.
<b>РАЗДЕЛ 4. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ РЕЗЕРВНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ.</b>		
Сформировать знания типов и назначений резервных электростанций. Научить применять знания в порядке подготовки к пуску, пуску и остановке РЭС. Сформировать знания сроков, объема и норм профилактических осмотров синхронных генераторов.	Типы и назначение резервных электростанций. Порядок ввода резервных электростанций в эксплуатацию. Подготовка к пуску и порядок пуска и остановки РЭС. Контроль за работой дизельных электростанций. Сроки, объем и нормы профилактических осмотров и испытаний синхронных генераторов.	Объясняет типы и назначение резервных электростанций. Формирует порядок ввода, подготовку к пуску, пуск и остановку РЭС, конкретизирует сроки, объем и нормы профилактических осмотров и испытаний синхронных генераторов.
Сформировать знания эксплуатации, сроков и объема проведения осмотров, профилактических измерений и испытаний ВЛ в процессе эксплуатации, организации ремонта воздушных линий.	Основные требования ПЭЭП к воздушным линиям (ВЛ) электропередач. Приемка воздушных линий в эксплуатацию. Обеспечение надежности при эксплуатации ВЛ, гололед и борьба с ним, вибрация, пляска проводов и их защита. Сроки и объем проведения осмотров воздушных линий. Профилактические испытания и измерения на ВЛ в процессе эксплуатации. Организация ремонта воздушной линии. ТБ при эксплуатации и ремонте ВЛ напряжением до 1000В.	Объясняет сроки и объем проведения осмотров воздушных линий, профилактические измерения и испытания, организацию ремонта воздушных линий.
<b>РАЗДЕЛ 5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000В</b>		
Сформировать умения проводить измерения сопротивления заземляющего устройства воздушных линий.	<i>Лабораторная работа №7</i> Измерение сопротивления заземляющего устройства воздушных линий.	Производит измерение сопротивления заземляющего устройства воздушных линий.



1	2	3
<b>РАЗДЕЛ 6. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000В.</b>		
Сформировать знания эксплуатации и ремонта кабельных линий, приема КЛ в эксплуатацию, сроков и объема проведения осмотров профилактических испытаний, измерений, способов выявления неисправностей кабельных линий.	Требования к эксплуатации и ремонту кабельных линий. Соблюдение токовых и тепловых режимов. Прием кабельной линии в эксплуатацию. Сроки и объем проведения осмотров кабельных линий. Профилактические испытания и измерения. Способы выявления мест повреждения кабельных линий. Ремонт кабельных линий. ТБ при эксплуатации и ремонте кабельных линий.	Обосновывает правила эксплуатации и ремонта, приемки кабельной линии в эксплуатацию. Объясняет сроки и объем осмотров, профилактические испытания и измерения, способы выявления неисправностей кабельных линий.
Сформировать умения определять неисправности и проводить испытания кабельных линий.	<i>Лабораторная работа №8</i> Определение неисправностей и испытания кабельных линий напряжением до 1000В.	Определяет неисправности и производит испытания кабельных линий.
<b>РАЗДЕЛ 7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ.</b>		
Сформировать знания электродвигателей используемых в сельском хозяйстве, подготовке к пуску и пуска, приемосдаточных испытаний электродвигателей. Научить применять знания влияний условий эксплуатации и режимов работы электродвигателей на их надежность, объема и сроков проведения ТО, способов сушки изоляции обмоток, особенности эксплуатации машин постоянного тока, методов защиты электродвигателей от аварийных режимов.	<b>7.1. Эксплуатация электродвигателей</b> Основные положения по эксплуатации. Электродвигатели применяемые в сельском хозяйстве. Подготовка к пуску электродвигателей. Пуск асинхронного электродвигателя. Работа трехфазных асинхронных двигателей при некачественном напряжении. Основные положения электродвигателей в эксплуатации (внешние признаки и причины). Приемосдаточные испытания электродвигателей. Влияние условий эксплуатации и режимов работы электродвигателей на их надежность. Объем и сроки проведения технического обслуживания электродвигателей. Способы сушки изоляции обмоток электродвигателей. Особенности эксплуатации машин постоянного тока. Методы и особенности защиты электродвигателей от аварийных и ненормальных режимов работы. Безопасность труда при эксплуатации электрических машин.	Анализирует типы электродвигателей используемых в сельском хозяйстве. Характеризует подготовку к пуску и пуск электродвигателей. Формирует приемосдаточные испытания. Дает оценку влияний условий эксплуатации и режимов работы электродвигателей на их надежность. Излагает объем и сроки проведения ТО, способы сушки изоляции обмоток, особенности эксплуатации машин постоянного тока
Сформировать умения проводить проверку двигателей перед вводом в эксплуатацию.	<i>Лабораторная работа №9</i> Проверка асинхронных двигателей перед вводом в эксплуатацию.	Проводит проверку асинхронного двигателя перед вводом в эксплуатацию.
Сформировать умения проводить монтаж асинхронных электрических двигателей.	<i>Лабораторная работа №10</i> Технология монтажа асинхронных электрических двигателей.	Проводит монтаж асинхронных электрических двигателей.



1	2	3
<p>Сформировать знания схемы технологического ремонта электрических машин, разборки, дефектации и сборки электродвигателей, способов удаления поврежденных обмоток и намотки новой, ремонта механических узлов, испытаний электродвигателей после ремонта.</p>	<p><b>7.2. Ремонт электродвигателей.</b>  <b>Общие требования и организация ремонта.</b>            Схема технологического процесса ремонта электрических машин. Прием электрических машин в ремонт. Разборка, дефектация и подготовка электрических машин к ремонту. Способы удаления поврежденных обмоток и намотка новой обмотки. Пропитка и сушка обмоток, методы, их достоинства и недостатки. Механический ремонт деталей и узлов электрических машин. Испытание электрических машин после ремонта. Техника безопасности при ремонте электрических машин.</p>	<p>Составляет схему технологического процесса ремонта электрических машин. Конкретизирует последовательность разборки, дефектации и сборки электродвигателей. Дает оценку способам удаления поврежденных обмоток. Устанавливает причину неисправности механических частей, производит ремонт и испытание электродвигателей после ремонта.</p>
<p>Сформировать умения установки щеток машин постоянного тока на геометрическую нейтраль.</p>	<p><i>Лабораторная работа №11</i>            Установка щеток машин постоянного тока на геометрическую нейтраль.</p>	<p>Производит установку щеток машин постоянного тока на геометрическую нейтраль.</p>
<p>Сформировать умения испытывать асинхронные электродвигатели после ремонта.</p>	<p><i>Лабораторная работа №12</i>            Испытание асинхронных электродвигателей после ремонта.</p>	<p>Производит испытание асинхронных электродвигателей после ремонта.</p>
<p>Сформировать умения построения схем обмоток трехфазных машин переменного тока.</p>	<p><i>Лабораторная работа №13</i>            Построение схем обмоток трехфазных машин переменного тока.</p>	<p>Выполняет построение схем обмоток трехфазных машин переменного тока.</p>
<p>Сформировать умения производить расчет обмоток электродвигателей на другую частоту вращения и напряжения.</p>	<p><i>Практическая работа №1</i>            Расчет обмоток асинхронных электродвигателей на другую частоту вращения и напряжения.</p>	<p>Производит расчет обмоток электродвигателей на другую частоту вращения и напряжения.</p>
<p align="center"><b>РАЗДЕЛ 8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ            ПУСКОВОЙ, ЗАЩИТНОЙ, РЕГУЛИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ И            РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000В.</b></p>		



1	2	3
<p>Сформировать знания последовательности и объема испытаний аппаратов наладки и регулировки магнитных пускателей, тепловых реле, сроков и объема проведения ТО рубильников, пакетных выключателей, предохранителей, автоматических выключателей, магнитных пускателей, силовых щитов и ящиков.</p>	<p><b>8.1. Эксплуатация пусковой, защитной, регулирующей аппаратуры напряжением до 1000В.</b>            Общие положения ПЭЭП к аппаратуре. Объем и нормы испытаний аппаратов напряжением до 1000В. Проверка и испытание автоматических выключателей. Наладка и регулировка магнитных пускателей, тепловых реле и устройств температурной защиты. Сроки и объем проведения технического обслуживания рубильников, пакетных выключателей и предохранителей. Особенности технического обслуживания автоматических выключателей, магнитных пускателей, электрощитов управления, распределительных пунктов, силовых щитов и ящиков. Безопасность труда при обслуживании распределительных устройств и аппаратуры напряжением до 1000В.</p>	<p>Объясняет последовательность и объем испытаний аппаратов, проверку и испытание автоматических выключателей. Дает оценку наладки и регулировки монтажных пускателей, тепловых реле. Раскрывает сроки и объем проведения ТО рубильников, пакетных выключателей, предохранителей, автоматических выключателей, магнитных пускателей, силовых щитов и ящиков.</p>
<p>Сформировать умения исследовать защитные характеристики тепловых реле и автоматов.</p>	<p><i>Лабораторная работа №14</i>            Исследование защитных характеристик тепловых реле и автоматов.</p>	<p>Выполняет исследование защитных характеристик тепловых реле и автоматов.</p>
<p>Сформировать умения исследовать УВТЗ электродвигателей.</p>	<p><i>Лабораторная работа №15</i>            Исследование УВТЗ электродвигателей.</p>	<p>Выполняет исследование УВТЗ электродвигателей.</p>
<p>Сформировать умения производить настройку и испытание ФУЗ.</p>	<p><i>Лабораторная работа №16</i>            Настройка, испытание ФУЗ.</p>	<p>Производит настройку и испытание ФУЗ.</p>
<p>Сформировать умения производить калибровку плавких вставок для предохранителей.</p>	<p><i>Лабораторная работа №17</i>            Калибровка плавких вставок для предохранителей.</p>	<p>Выполняет калибровку плавких вставок для предохранителей.</p>
<p>Сформировать знания, выявлять основные неисправности пусковой и регулирующей аппаратуры, определять сроки и объем проведения ремонтов рубильников, переключателей пакетных выключателей автоматических выключателей, магнитных пускателей, распределительных устройств, объем послеремонтных испытаний.</p>	<p><b>8.2. Ремонт пусковой, защитной, регулирующей аппаратуры и распределительных устройств напряжением до 1000В.</b>            Основные неисправности пусковой и регулирующей аппаратуры. Сроки и объем проведения ремонтов рубильников, переключателей пакетных выключателей и пусковых ящиков. Объем текущего ремонта автоматических выключателей, контакторов и магнитных пускателей. Сроки и объем проведения ТР и КР распределительных устройств напряжением до 1000В. Послеремонтные испытания аппаратуры, распределительных устройств напряжением до 1000В.</p>	<p>Выявляет и излагает основные неисправности пусковой и регулирующей аппаратуры. Объясняет сроки и объем проведения ремонтов рубильников, переключателей, пакетных выключателей, пусковых щитов. Устанавливает объем текущего ремонта автоматических выключателей, контакторов, магнитных пускателей, распределительных устройств. Анализирует объем послеремонтных испытаний аппаратов и распределительных устройств.</p>



1	2	3
Сформировать умения проводить ТР рубильников, переключателей.	<i>Лабораторная работа №18</i> Текущий ремонт рубильников, переключателей согласно системы ППРЭ сх.	Производит текущий ремонт рубильников, переключателей.
Сформировать умения проводить ТР автоматических выключателей.	<i>Лабораторная работа №19</i> Текущий ремонт автоматических выключателей.	Производит ТР автоматических выключателей.
Сформировать умения проводить ТР магнитных пускателей и кнопок управления.	<i>Лабораторная работа №20</i> Текущий ремонт магнитных пускателей и кнопок управления	Производит ТР магнитных пускателей, кнопок управления.
Сформировать умения настраивать и испытывать тепловые реле.	<i>Лабораторная работа №21</i> Настройка и испытание тепловых реле.	Регулирует настройку и испытывает тепловое реле.
Сформировать умения производить перерасчет обмоточных данных и расчет катушек магнитных пускателей по размерам магнитопровода.	<i>Практическая работа №2</i> Перерасчет обмоточных данных и расчет катушек магнитного пускателя по размерам магнитопровода.	Производит перерасчет обмоточных данных и расчет катушек магнитного пускателя по размерам магнитопровода.
<b>РАЗДЕЛ 9. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ.</b>		
Сформировать знания организации обслуживания и ремонта средств автоматизации, контроля за состоянием средств измерений и систем автоматизации, способов проверки СА, дефектации основных типовых средств автоматизации.	Организация обслуживания и ремонта средств автоматизации. Основные этапы организации ТО и ТР средств автоматизации. Технология обслуживания и ремонта. Контроль за состоянием средств измерений и систем автоматизации. Способы проверки СА. Дефекты основных типовых средств автоматизации. Эксплуатация и ремонт СА.	Объясняет организацию обслуживания и ремонта средств автоматизации, способы проверки. Выявляет дефекты основных типовых средств автоматизации.
Сформировать умения наладки терморегулятора – ПТР-2.	<i>Лабораторная работа 22</i> Наладка терморегулятора ПТР-2.	Выполняет наладку терморегулятора ПТР-2.
Сформировать умения определения неисправностей элементов схем автоматизации.	<i>Лабораторная работа 23</i> Определение неисправностей элементов схем автоматизации производственных процессов сельского хозяйства.	Определяет основные неисправности элементов схем автоматизации.
Сформировать умения пользоваться средствами измерения температуры.	<i>Практическая работа 3</i> Эксплуатация средств измерения температуры.	Умеет пользоваться средствами измерения температуры.





1	2	3
<b>РАЗДЕЛ 10. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ВНУТРЕННИХ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК И ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.</b>		
Сформировать знания объема и норм испытаний электропроводки, эксплуатации облучающих электроустановок, электросварочных установок, электрических водонагревателей и парогенераторов, электрокалориферных установок.	Эксплуатация внутренних электропроводок. Объем и нормы испытаний. Эксплуатация электроустановок в животноводстве. Эксплуатация облучающих электроустановок, электросварочных электроустановок. Эксплуатация электрических водонагревателей и парогенераторов. Эксплуатация электрокалориферных установок. Эксплуатация передвижных электрифицированных машин, инструмента, устройств заземления. Ремонт облучающих установок, сварочных трансформаторов. Ремонт электронагревательных установок. Техника безопасности при эксплуатации и ремонте электроустановок специального назначения.	Объясняет объем и нормы испытаний электропроводки. Анализирует последовательность эксплуатации облучающих электроустановок, электросварочных установок, электрических водонагревателей и парогенераторов, электрокалориферов.
<b>РАЗДЕЛ 11. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ, ТРАКТОРОВ, КОМБАЙНОВ.</b>		
Сформировать знания эксплуатации щелочных, кислотных аккумуляторных батарей. Научить определять неисправности аккумуляторных батарей. Сформировать знания объема технического обслуживания генераторов, реле-регуляторов, системы зажигания, освещения, сигнализации.	<b>11.1. Эксплуатация электрооборудования автомобилей, тракторов, комбайнов.</b>  Сроки и объем работ по техническому обслуживанию основного автотракторного электрооборудования. Щелочные, кислотные аккумуляторные батареи. Изготовление электролита, режимы зарядки. Определение неисправностей аккумуляторных батарей. Техническое обслуживание генераторов, реле-регуляторов, системы зажигания, освещения, сигнализации.	Объясняет назначение аккумуляторных батарей, последовательность изготовления электролита и режимы зарядки. Анализирует основные неисправности аккумуляторных батарей. Объясняет объем технического обслуживания генераторов, реле-регуляторов, системы зажигания, освещения, сигнализации.
Сформировать умения испытывать элементы автотракторного электрооборудования на стенде типа 532-214.	<i>Лабораторная работа №24</i> Испытание элементов электрооборудования тракторов, автомобилей, комбайнов на стенде типа 532-214.	Производит испытание автотракторного электрооборудования на стенде типа 532-214.
Сформировать знания определения неисправностей генераторов, стартеров, реле-регуляторов. Научить определять неисправности магнето и электронной системы зажигания.	<b>11.2. Ремонт электрооборудования автомобилей, тракторов, комбайнов.</b> Неисправности генераторов, признаки и причины. Характерные неисправности стартеров, реле-регуляторов и их устранение. Характерные износы и неисправности магнето и их устранение. Неисправности электронной системы зажигания.	Характеризует основные неисправности генераторов, стартеров, реле-регуляторов. Дает оценку основным неисправностям магнето, электронной системы зажигания.



1	2	3
Сформировать умения определять неисправности генераторов.	<i>Лабораторная работа №25</i> Выявление неисправностей генераторов.	Определяет основные неисправности генераторов.
Сформировать умения определять неисправности контактно-транзисторной системы зажигания.	<i>Лабораторная работа №26</i> Определение неисправностей контактно-транзисторной системы зажигания.	Определяет основные неисправности контактно-транзисторной системы зажигания.
<b>РАЗДЕЛ 12. ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ НАПРЯЖЕНИЕМ СВЫШЕ 1000В.</b>		
Сформировать значения сроков и объема проведения осмотров распределительных устройств, объема технического обслуживания разъединителей, отделителей и короткозамыкателей, сроков, объема и норм испытаний распределительных устройств, эксплуатации потребительских подстанций.	<b>12.1. Эксплуатация распределительных устройств напряжением свыше 1000В.</b> Сроки и объем проведения осмотров распределительных устройств. Техническое обслуживание разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Обслуживание комплектных распределительных устройств. Сроки, объем и нормы испытаний распределительных устройств. Эксплуатация потребительских подстанций.	Анализирует сроки и объем проведения осмотров распределительных устройств. Характеризует объем ТО разъединителей, отделителей, короткозамыкателей. Объясняет сроки, объем и нормы испытаний распределительных устройств, эксплуатацию потребительских подстанций
Сформировать знания видов, объема и сроков планово-предупредительных ремонтов, определения неисправностей оборудования, и их устранение, испытаний коммутационных аппаратов.	<b>12.2. Ремонт распределительных устройств напряжением свыше 1000В</b> Виды, объем и сроки планово-предупредительных ремонтов. Подготовка к ремонту и его организация. Неисправности оборудования и их устранение. Испытание коммутационных аппаратов после ремонта. Ремонт и испытание комплектных распределительных устройств (КРУ).	Анализирует виды, объем и сроки проведения планово-предупредительных ремонтов. Выявляет неисправности и устраняет их. Объясняет порядок испытаний коммутационных аппаратов.
Сформировать умения проведения текущего ремонта разъединителей.	<i>Лабораторная работа №27</i> Текущий ремонт распределительных устройств (на примере разъединителя).	Производит текущий ремонт разъединителей.





1	2	3
<b>РАЗДЕЛ 13. РАЦИОНАЛЬНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ.</b>		
Сформировать знания объема ущерба от перерывов в электроснабжении, предупреждение аварий в электроустановках и их устранение. Излагать причины снижения коэффициента мощности и способы его повышения. Сформировать знания эксплуатации конденсаторных батарей.	Ущерб от перерывов в электроснабжении. Обучение и проверка знаний электромонтеров. Аварии в электроустановках, их предупреждение и устранение. Методы экономии электрической энергии. Влияние качества электрической энергии на работу электрооборудования. Потери электроэнергии в электросетях и установках, пути их минимизации. Выбор и расчет компенсирующих устройств. Причины снижения коэффициента мощности электроустановок и способы его повышения. Эксплуатация конденсаторных батарей ТБ при эксплуатации конденсаторных батарей.	Анализирует объем ущерба от перерывов в электроснабжении. Характеризует предупреждения аварий в электроустановках и их устранение. Характеризует причины снижения коэффициента мощности и способы его повышения. Формирует последовательность эксплуатации конденсаторных батарей.



#### 4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы №1

Контрольная работа №1 состоит из 3 вопросов теоретического характера и 2 практических заданий. Теоретические вопросы по вариантам распределены в таблице 1, варианты практических заданий принимаются согласно номера в списке учебного журнала.

На вопросы отвечайте кратко, конкретно, своими словами. Большинство ответов сопровожайте схемами, эскизами, несложными чертежами. В каждой контрольной работе таких схем должно быть не менее 3-4. При изложении материала приводите ссылки на используемую литературу.

Оформлять таблицы, необходимо в соответствии с рисунком 1.

Таблица \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
номер наименование таблицы

\_\_\_\_\_ продолжение наименование таблицы


Схемы следует вычерчивать при помощи чертёжных приспособлений, карандашом или черной гелиевой ручкой с соблюдением графического обозначения выполняя их по ходу описания или после ссылки в тексте, ксерокопии схем в контрольной работе приводить нельзя, допускается ксерокопирование только сложных рисунков.

#### **Таблица 1- Распределение теоретических вопросов по вариантам контрольной работы №1**

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,26,51	67,83,49	3,28,53	69,85,55	5,30,55	71,87,56	7,32,57	73,98,58	9,34,59	75,91,60
1	11,36,61	12,37,62	13,38,63	79,95,64	15,40,65	81,97,16	17,42,52	18,43,53	19,44,54	20,45,55
2	21,46,56	22,47,57	23,48,58	70,86,49	25,50,60	72,88,49	2,48,62	3,47,63	4,46,64	7,45,65
3	6,44,61	7,43,51	8,42,52	80,96,53	10,40,54	82,98,11	12,37,56	13,36,57	14,35,58	15,34,64
4	16,33,85	17,32,61	18,31,62	70,88,63	20,29,64	72,91,21	22,27,66	23,26,51	24,1,52	1,27,53
5	2,28,54	3,29,55	4,30,56	80,88,51	6,32,58	82,90,7	8,34,60	9,35,61	10,36,62	11,37,63
6	12,38,64	13,39,65	14,40,66	72,98,51	16,42,52	74,91,17	18,44,54	19,45,55	20,46,56	21,47,57
7	22,48,58	23,49,59	24,50,60	82,87,61	1,28,62	84,29,63	3,30,64	4,31,65	5,32,51	6,33,52
8	7,34,53	8,35,54	9,36,55	71,97,10	11,38,57	12,39,88	13,40,59	14,41,60	15,42,61	16,43,62
9	17,44,63	18,45,64	19,46,65	81,90,20	21,48,52	22,49,92	23,50,54	24,51,55	25,1,56	1,29,57



## Теоретические вопросы к контрольной работе №1

- 1.** Изложите ведомственную принадлежность сельских электроустановок, порядок управление сельской электрификацией.
- 2.** Изложите общие положения по безопасности труда при эксплуатации и ремонте электрооборудования.
- 3.** Изложите что входит в объем технического обслуживания, каковы основные виды работ и какова организация их выполнения согласно ППРЭсх?
- 4.** Изложите что входит в объем работ по текущему ремонту, каковы основные виды работ и какова организация их выполнения согласно ППРЭсх?
- 5.** Изложите что входит в объем работ по капитальному ремонту, каковы основные виды работ и какова организация их выполнения согласно ППРЭсх?
- 6.** Охарактеризуйте основные показатели эксплуатации электрооборудования (КПД, коэффициент мощности и пр. ).
- 7.** Дайте оценку надежности работы электрооборудования. Параметры надежности электрооборудования КИП и СА. Эксплуатационная надежность электрооборудования и пути ее повышения.
- 8.** Обоснуйте, от каких факторов и как зависит надежность электрооборудования. Перечислите основную техническую документацию электротехнической службы агропромышленного комплекса и опишите стандарты ее оформления (на примере трёх любых документов). Кто несет ответственность за ведение технической документации энергетических служб?
- 9.** Опишите порядок обеспечения электрооборудования запасными частями, материалами на ремонтно-эксплуатационные нужды и резервным фондом.
- 10.** Как организованы эксплуатация и ремонт электроустановок в вашем хозяйстве? Каковы расхождения с требованиями ППРЭсх? И как их устранить? Привести схему организации энергетической службы, где вы работаете.
- 11.** Предприятия по ремонту и обслуживанию электрооборудования КИП и СА. Стационарные и мобильные технические средства по техническому обслуживанию и ремонту электрооборудования, используемые в хозяйствах.
- 12.** Изложите обязанности лица, ответственного за электрохозяйство в соответствии с требованиями ТКП применительно к условиям хозяйства, где вы работаете. Из числа кого и кем назначается лицо, ответственное за электрохозяйство на предприятии?
- 13.** Изложите обязанности лица, ответственного за электрохозяйство участка в соответствии с требованиями ТКП применительно к условиям хозяйства, где вы работаете. Из числа кого и кем назначается лицо, ответственное за электрохозяйство участка, по обслуживанию электроустановок?
- 14.** Как осуществляется расследование и учет нарушений нормальной работы электрооборудования согласно ППРЭсх? Какая документация оформляется при этом? Приведите примеры оформления.
- 15.** Как осуществляется прием в эксплуатацию электрифицированного объекта? Каков состав комиссии, какая документация оформляется при этом? Приведите примеры оформления.
- 16.** Что такое приемо-сдаточные испытания электрооборудования? какой целью они проводятся? Какой документацией руководствуется при этом и какую документацию оформляют по результатам испытаний? Приведите 2-3 примера оформления.
- 17.** На какие виды подразделяются испытания электрооборудования? Какой документацией руководствуется при испытаниях и какую документацию оформляют по результатам испытаний? Приведите примеры оформления.



- 18.**Профилактические испытания электрооборудования, контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации. Сроки и объем их проведения.
- 19.**Государственная и ведомственная проверки средств измерений. Как они организованы? Сроки проведения.
- 20.**Методы измерения сопротивления изоляции, применяемые приборы, порядок и схемы измерения.
- 21.**Основные измерительные приборы электромонтера, их назначение и порядок работы.
- 22.**Привести перечень приборов и аппаратуры, используемых для испытания электрооборудования; указать, для получения каких характеристик оборудования они используются? Привести схему испытания корпусной изоляции электрооборудования повышенным напряжением промышленной частоты.
- 23.**Каким осмотрам и испытаниям подвергаются заземляющие устройства в эксплуатации: Приведите нормы на заземляющие устройства напряжением до 1000 В. Приборы и порядок проведения ими измерений. Начертите схемы измерений.
- 24.**От чего зависят нормы на заземляющие устройства трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ и повторные заземления воздушных линий. Приведите нормы. Изложите требования техники безопасности при измерениях.
- 25.**Основные положения ПЭЭП (Правил эксплуатации электроустановок потребителей) по эксплуатации силовых трансформаторов.
- 26.**Каким приемо-сдаточным испытаниям и в каком объеме должны быть подвергнуты силовые трансформаторы перед вводом в эксплуатацию после окончания монтажа?
- 27.**Опишите порядок испытания магнитопровода силовых трансформаторов.
- 28.**Изложите сроки и объем наружных осмотров силовых трансформаторов, какая документация оформляется при этом? Приведите примеры оформления.
- 29.**Контроль нагрузки, температуры нагрева и уровня масла силовых трансформаторов. Нормы, сроки и способы измерения.
- 30.**Опишите способы определения степени увлажнения обмоток силовых трансформаторов, приборы используемые для этого. Условия включения трансформаторов без сушки.
- 31.**Объясните способы сушки изоляции силовых трансформаторов различными методами. Приведите схемы сушки и их сравнительный анализ.
- 32.**В какие сроки, кем и как проводятся очередные, внеочередные и контрольные осмотры силовых трансформаторов и что проверяется при осмотрах?
- 33.**Опишите, как осуществляется непрерывная регенерация масла в силовых трансформаторах в процессе их работы. Из чего состоят и как работают термосифонные фильтры?
- 34.**Опишите способы очистки трансформаторного масла, дайте их сравнительный анализ.
- 35.**Охарактеризуйте условия параллельной работы двух трансформаторов. Как определяется соблюдение необходимых условий. Опишите порядок определения группы обмотки.
- 36.**Опишите порядок взятия пробы масла из силового трансформатора и испытание масла в лаборатории, применяемые при этом устройства и приспособления. Каковы сроки и нормы проверки масла? Заполните протокол испытания масла.
- 37.**Опишите влияние схем соединения обмоток трансформаторов на качество напряжения в электросети при несимметрии нагрузки фаз.
- 38.**Охарактеризуйте основные неисправности силовых трансформаторов, их признаки, причины вызвавшие их и порядок обнаружения.
- 39.**Изложите объем проведения текущего ремонта силовых трансформаторов, укажите сроки проведения.
- 40.**Изложите объем проведения капитального ремонта силовых трансформаторов, укажите сроки проведения.



- 41.** Опишите порядок приема силовых трансформаторов в ремонт. Изложите условия соблюдаемые при этом.
- 42.** Опишите последовательность разборки и сборки силовых трансформаторов. Порядок проведения дефектации при разборке.
- 43.** Приведите схему технологического процесса ремонта силовых трансформаторов, дайте описание этапов выполнения ремонта.
- 44.** Изложите последовательность проведения ремонта обмоток силовых трансформаторов. Назовите основные причины перегрева обмоток.
- 45.** Назначение, объем и последовательность испытаний силовых трансформаторов.
- 46.** Опишите порядок испытания основных узлов силовых трансформаторов. Приведите схемы испытаний.
- 47.** Опишите объем и последовательность испытаний изоляции силовых трансформаторов. Приведите схемы испытаний.
- 48.** Опишите существующие способы определения коэффициента трансформации силовых трансформаторов. Какие неисправности можно выявить при его определении. Приведите схемы измерений.
- 49.** Опишите порядок проведения опыта холостого хода силовых трансформаторов. Назначение опыта. Приведите схему опыта.
- 50.** Опишите порядок проведения опыта короткого замыкания силовых трансформаторов. Назначение опыта. Приведите схему опыта.
- 51.** Опишите существующие методы измерения сопротивления обмоток силовых трансформаторов постоянному току. Какие неисправности можно выявить при этом. Приведите схемы измерений.
- 52.** Изложите порядок проведения испытания силового трансформатора на нагрев, методы и назначение испытания.
- 53.** Опишите порядок проведения пропитки и сушки обмоток силового трансформатора. Нарисуйте и разъясните схемы сушки. Как рассчитывается намагничивающая обмотка для сушки силового трансформатора потерями в стали.
- 54.** Опишите основные операции по проведению ремонта бака, магнитопроводов, переключающих устройств, проходных изоляторов, газового реле, и арматуры силовых трансформаторов?
- 55.** Обобщите мероприятия техники безопасности при эксплуатации силовых трансформаторов.
- 56.** Объясните назначение и типы резервных электростанций.
- 57.** Опишите порядок ввода в эксплуатацию резервных электростанций.
- 58.** Как производится подготовка к пуску, порядок пуска и остановки генератора резервных электростанций. Опишите порядок проведения контроля за их работой.
- 59.** Изложите сроки, объем и нормы профилактических осмотров и испытаний синхронных генераторов резервных электростанций. Каким документом они определяются?
- 60.** Опишите причины искрения щеток возбuditеля синхронного генератора и способы устранения искрения. Укажите классы коммутации. Назовите способы установки щеток на нейтраль.
- 61.** Основные требования ПЭЭП (Правил эксплуатации электроустановок потребителей) к воздушным линиям (ВЛ) электропередач.
- 62.** Изложите порядок приемки-сдачи воздушной линии в эксплуатацию, состав комиссии. Какая техническая документация должна быть оформлена при этом? Приведите пример оформления.





- 63.** Опишите порядок обеспечения надежности при эксплуатации ВЛ, гололед и борьба с ним, вибрация, пляска проводов и их защита.
- 64.** Изложите сроки и объем осмотров воздушных линий. Раскройте объем профилактических испытаний и измерений на ВЛ в процессе эксплуатации. Какая документация должна быть оформлена при этом? Приведите пример оформления.
- 65.** Как проводится организация ремонта воздушных линий. Раскройте объем текущего ремонта воздушных линий. Какая техническая документация должна быть оформлена при этом? Приведите пример оформления.
- 66.** В какие сроки и как проверяют деревянные опоры на загнивание? Как определить пригодность опоры при внешнем, внутреннем и кольцевом загнивании?
- 67.** Опишите основные требования техники безопасности при производстве работ на воздушных линиях до 1000 В.
- 68.** Изложите сроки и объем осмотров воздушных линий с самонесущими изолированными проводами. Раскройте объем профилактических испытаний и измерений на ВЛИ в процессе эксплуатации.
- 69.** Как проводится организация ремонта воздушных линий с самонесущими изолированными проводами. Раскройте объем текущего ремонта ВЛИ.
- 70.** Порядок вывода ВЛ напряжением до 1000 В в капитальный ремонт. Работы, относящиеся к капитальному ремонту. Техническая документация на вывод в ремонт и приемку ВЛ после ремонта. Приведите пример оформления.
- 71.** Изложите порядок приемки-сдачи кабельных линий до 1000 В в эксплуатацию, состав комиссии. Какая техническая документация должна быть оформлена при этом? Приведите пример оформления.
- 72.** Опишите требования к эксплуатации и ремонту кабельных линий, порядок соблюдения токовых и тепловых режимов.
- 73.** Опишите приемо-сдаточные испытания кабельных линий напряжением до 1000В. Какая документация оформляется при этом? Приведите пример оформления.
- 74.** Изложите порядок и объем проведения осмотров кабельных линий. Раскройте сроки их проведения. Опишите профилактические испытания и измерения кабельных линий.
- 75.** Техническое обслуживание кабельных линий напряжением до 1000 В, объем и сроки проведения. Профилактические измерения и испытания.
- 76.** Опишите возможные неисправности и повреждения кабельных линий. Какими способами можно их определить. Приведите подробное описание обнаружения обрыва одной жилы любым методом. Приведите поясняющий рисунок.
- 77.** Какими методами определяется зона и место повреждения кабельных линий? Приведите схемы подключения приборов для определения мест повреждений, дайте им описание.
- 78.** Найти неисправность кабельной линии напряжением до 1000В. по измеренным значениям сопротивления жил при закоротке их с одной из сторон:  $L1-L2=1,2\text{МОм}$ ;  $L2-L3=22\text{Ом}$ ;  $L1-L3=1,4\text{МОм}$ ;  $L1-N=1,1\text{МОм}$ ;  $L2-N=17\text{Ом}$ ;  $L3-N=31\text{Ом}$ . Приведите рисунок с указанием неисправности линии. Обоснуйте свой ответ.
- 79.** Нарисуйте кабельную линию со следующими неисправностями: обрыв жилы фазы В и замыкание одного из оборванных участков с нулевой жилой, замыкание жилы фазы С со вторым не замкнутым с нулевой жилой участком жилы фазы В. Опишите методику обнаружения этих неисправностей, приведите приблизительные значения измеренных значений сопротивления необходимых для обнаружения неисправностей.
- 80.** Опишите способы прожигания поврежденных мест изоляции кабелей. Приведите схему подключения установки. Техника безопасности при выполнении этих работ.



- 81.** Опишите подготовительные работы перед маркировкой выводов обмотки статора электродвигателя индукционным методом. Опишите методику определения начал и концов обмоток статора данным методом. Приведите схемы метода.
- 82.** Опишите подготовительные работы перед маркировкой выводов обмотки статора электродвигателя методом подбора концов. Опишите методику определения начал и концов обмоток статора данным методом. Приведите схемы метода.
- 83.** Опишите подготовительные работы перед маркировкой выводов обмотки статора электродвигателя методом открытого треугольника. Опишите методику определения начал и концов обмоток статора данным методом. Приведите схемы метода.
- 84.** Перечислите контрольные испытания асинхронных электродвигателей после ремонта. Раскройте объем и нормы.
- 85.** Опишите порядок измерения сопротивления обмоток электродвигателя постоянному току. Приведите схему измерения. Укажите допустимые отклонения от заводских норм по сопротивлению.
- 86.** Опишите порядок испытания межвитковой изоляции обмоток электродвигателей. Приведите схему и опишите методику испытания.
- 87.** Опишите порядок измерения у электродвигателя силы тока и потерь на холостом ходу. Приведите схему измерения. Укажите параметры, измеряемые при опыте. Укажите допустимые отклонения от заводских по измеряемым параметрам.
- 88.** Опишите порядок измерения у электродвигателя силы тока и потерь короткого замыкания. Приведите схему измерения. Укажите параметры, измеряемые при опыте. Укажите допустимые отклонения от заводских по измеряемым параметрам.
- 89.** Опишите порядок испытания электрической прочности изоляции обмоток электродвигателей. Опишите методику испытания. Укажите величины испытательного напряжения.
- 90.** Опишите порядок измерения сопротивления изоляции обмоток электродвигателя. Приведите схемы измерений сопротивления изоляции. Укажите нормы по сопротивлению изоляции.
- 91.** Опишите методы снятия поврежденной обмотки. Дайте их сравнительный анализ.
- 92.** Опишите порядок перемотки обмоток статора электродвигателей. Опишите порядок намотки. Приведите схему станка с ручным приводом для намотки.
- 93.** Перечислите и опишите операции по техническому обслуживанию и текущему ремонту за асинхронными электродвигателями.
- 94.** Опишите порядок дефектации асинхронных двигателей при ремонте.
- 95.** Перечислите и опишите способы определения воздушных зазоров в электродвигателях. Опишите как производится регулировка воздушного зазора у электродвигателей.
- 96.** Перечислите основные неисправности двигателей постоянного тока. Приведите схемы для определения неисправностей и опишите их.
- 97.** Опишите технологию изолирования при восстановлении изоляции обмоточных проводов.
- 98.** Опишите особенности эксплуатации погружных электродвигателей. Приведите объем и нормы испытаний при подготовке погружного электродвигателя к работе.





## 5. Методические рекомендации по выполнению практических заданий контрольной работы №1.

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

**Тема:** Расчет обмоточных данных асинхронных электродвигателей.

**Цель работы:** Сформировать умения производить расчет обмоточных данных асинхронных электродвигателей.

-Произвести расчет обмоточных данных, согласно технических параметров электродвигателя.

-Произвести расчет числа витков в обмотке одной фазы и в одной секции, согласно технических параметров электродвигателя.

-Произвести расчет обмоточных данных, для построения развернутой схемы статорной обмотки по заданию.

-Построить развернутую схему статорной обмотки.

Таблица 2- Исходные данные для расчета

вариант	Размеры магнитопровода и его паза					$Z_2$	Технические параметры ЭД				
	D	l	$Z_1$	$b_{\text{ш}}$	h		$U_{\text{ф}}$	n	f	Схема соединения	Тип обмотки
	мм	мм	шт	мм	мм		В	мин <sup>-1</sup>	Гц		
1	197	145	54	3,7	18,8	51	220	1000	50	Y/Δ	Двухслойная петлевая с укороченным шагом
2	43	100	24	1,8	9,0	18	220	1500	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
3	208	180	36	4,0	29,2	28	220	3000	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
4	145	115	36	3,5	17,8	34	220	3000	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом



5	95	130	36	3,0	12,9	28	220	1500	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
6	126	125	36	3,5	14,3	34	220	1500	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
7	238	160	54	3,7	24,5	51	220	1500	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
8	76	90	36	2,0	12,2	32	220	1000	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная
9	88	110	36	4,0	27,7	33	220	1000	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная
10	65	74	48	2,0	9,3	36	220	1000	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная
11	84	78	48	2,5	12,1	36	220	1500	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом



12	72,8	78	24	2,0	12,9	18	220	1500	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная
13	85,8	78	36	2,5	12,1	34	220	1000	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная
14	43	100	24	1,8	9,0	18	220	3000	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная
15	104	98	36	3,0	12,9	33	220	1000	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная
16	106	100	48	3,0	12,9	36	220	750	50	Y/Δ	Однослойная концентриче- ская
17	88,8	105	24	2,5	12,1	18	220	1500	50	Y/Δ	Однослойная концентриче- ская
18	104	98	36	2,5	12,1	34	220	1500	50	Y/Δ	Однослойная концентриче- ская



19	104	127	36	3,0	12,9	33	220	3000	50	Y/Δ	Однослойная концентриче- ская
20	99,8	110	36	2,0	12,1	32	220	1500	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
21	180	210	54	3,5	17,8	51	220	3000	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
22	180	150	48	3,5	17,8	36	220	1000	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
23	195	195	36	4,0	29,2	33	220	1500	50	Y/Δ	Двухслойная с петлевой укороченным шагом
24	178	150	36	3,5	17,8	32	220	1500	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная
25	178	175	36	3,5	17,8	34	220	1000	50	Y/Δ	Однослойная шаблонная

Размеры магнитопровода и его паза:

D – Внутренний диаметр сердечника статора, мм.

D<sub>a</sub> – Внешний диаметр сердечника статора, мм.

(заочное отделение)



$l$  – полная длина сердечника статора, мм.

$Z$  – число пазов, шт.

$b$  – большой размер ширины паза, мм.

$b'$  – меньший размер ширины паза, мм.

$b_{ш}$  – ширина шлица паза, мм.

$h$  – полная высота паза, мм.

$e$  – высота усика паза, мм.

$\delta$  – толщина листов стали, мм.

Технические условия заказчика:

$n$  – частота вращения магнитного поля статора, мин<sup>-1</sup>.

$U_{\phi}$  – фазное напряжение обмотки статора, В.

$Y/\Delta$  – схема соединения обмоток фаз, звезда/треугольник

$f$  – частота тока, Гц.

## 1. Расчет обмоточных данных, согласно технических параметров электродвигателя.

Любой тип обмотки трехфазной машины переменного тока характеризуется следующими обмоточными данными:

$N$  – число катушечных групп,

$y$  – шаг обмотки,

$q$  – число пазов на полюс и фазу (равно числу секций в катушечной группе),

$a$  – число электрических градусов, приходящихся на один паз,

$a$  – число параллельных ветвей.

-Рассчитываем количество пар полюсов, шт.

$$p = \frac{60 \cdot f}{n};$$

где  $f$  – частота тока, Гц

$n$  – частота вращения магнитного поля статора, об/мин

### Число катушечных групп $N$ .

Так как в витке ток в активных проводниках направлен встречно, каждая фазная катушка обмотки участвует в создании пары полюсов. Следовательно, между числом катушечных групп и числом пар полюсов имеется жесткая связь и для однослойной обмотки:

$$N_{1\phi}^{(1)} = P,$$

где  $N_{1\phi}^{(1)}$  – число катушечных групп в одной фазе однослойной обмотки, шт

А так как каждую пару полюсов создают все три фазы переменного тока, следовательно, число катушечных групп обмотки асинхронного двигателя естественно увеличивается в  $m$  раз:

(заочное отделение)



$$N_{3\phi}^{(1)} = P \cdot m,$$

В двухслойных обмотках число катушечных групп механически увеличивается в два раза (фазные катушки однослойной обмотки по всем секциям разделяют пополам), поэтому в каждой секции число витков будет в два раза меньше, число же катушечных групп в два раза больше, следовательно:

$$N_{1\phi}^{(2)} = 2 \cdot P,$$

где  $N_{1\phi}^{(2)}$  - число катушечных групп в одной фазе двухслойной обмотки, шт

На три фазы:

$$N_{3\phi}^{(2)} = 2 \cdot P \cdot m,$$

### Шаг обмотки $y$ .

Ток, протекающий по виткам катушки, внутрь которой вставлен ферромагнитный стержень, создает в нем магнитный поток. В магнитопроводе АД секции (катушки) уложены в пазы, охватывающие стальные зубцы, поэтому текущий в них ток в воздушном зазоре создает полюс. Следовательно, активные стороны секций смещены в расточке статора на расстояние полюса.

Значит, шаг обмотки ( $y'$ ) — это расстояние, выраженное в зубцах (или пазах), между активными сторонами одной и той же секции, который определяется по формуле:

$$y' = \frac{Z}{2 \cdot P} \pm \varepsilon;$$

где  $y'$  — расчетный шаг (равен полюсному делению, выраженному в зубцах);

$\varepsilon$  — произвольное число меньше 1, доводящее расчетный шаг ( $y'$ ) до целого значения.

Если между активными сторонами секции помещается полюс, такой шаг ( $y'$ ) называется полным, или диаметральной, если же он меньше размера полюсного деления ( $y < y'$ ), его называют укороченным ( $y = 0,8 \cdot y'$ )

На практике принято шаг определять в пазах, поэтому при раскладке вторая сторона секции ложится в пазу  $y + 1$ .

### Число пазов на полюс и фазу ( $q$ ).

Находится для того, чтобы определить число секций в катушечной группе. Действительно, если в полюсе на одну фазу приходится более одного паза, витки фазной сосредоточенной катушки разделяют на количество секций:

$$q = \frac{Z}{2 \cdot p \cdot m}; \text{ шт}$$

где  $m$  — число фаз.

При  $q = 1$  в полюсе статора на одну фазу приходится только один паз, значит, катушка этой фазы не может быть разделена на секции. Такая обмотка называется сосредоточенной.



При  $q > 1$  обмотка называется рассредоточенной, при этом фазные катушки должны быть разделены на секции, число которых равно величине  $q$ .

При  $q = 2$  катушечная группа будет состоять из двух секций.

При  $q = 3$  — из трех секций, и т.д.

Суммарное число витков этих секций равно числу витков сосредоточенной фазной катушки.

### Число электрических градусов на один паз (а).

В расточке статора асинхронного двигателя распределение магнитного потока под одной парой полюсов подчиняется синусоидальному закону, т.е. по краям полюсов магнитных силовых линий нет, при приближении к центру число их плавно возрастает и в центре полюса достигает максимума.

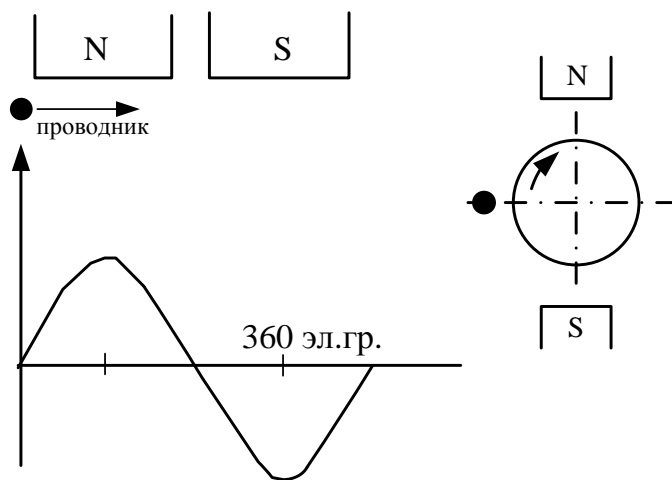


Рисунок 1 – число электрических градусов в расточке статора электродвигателя в зависимости от числа пар полюсов.

Это показывает изменение ЭДС ( $e$ ) в проводнике, если его провести (или сделать один оборот ротора) под одной парой полюсов.

Известно, что  $e = B \cdot l \cdot v$ , где  $B$  — магнитная индукция,  $l$  — длина проводника,  $v$  — скорость его движения. Отсюда, при постоянных  $l$  и  $v$  изменение величины  $e$  зависит только от изменения величины  $B$  (рис. 2).

При перемещении происходит полный цикл изменения величины  $e$  в проводнике, следовательно, так же меняется и магнитный поток (и индукция  $B$ ). Синусоида делится на 360 градусов, значит, на одну пару полюсов приходится 360 электрических градусов (эл. гр.).

При движении проводника под двумя парами полюсов (за один оборот) ЭДС в нем изменится два раза по 360 электрических градусов ( $360 \times 2 = 720$  эл. гр.), т.е. в общем случае в любой машине число электрических градусов в расточке статора можно определить по формуле:

$$\alpha = 360 \cdot p$$

Если магнитопровод имеет число пазов равное  $Z$ , то число электрических градусов, приходящихся на один паз, или, иначе, угловой сдвиг между рядом лежащими пазами:

$$\alpha = \frac{360 \cdot p}{Z}$$





### Число параллельных ветвей ( $a$ ).

Параллельные ветви в обмотке асинхронного двигателя делаются для сокращения сечения обмоточного провода, кроме того, в определенной мере это дает возможность лучше загрузить магнитную систему машины.

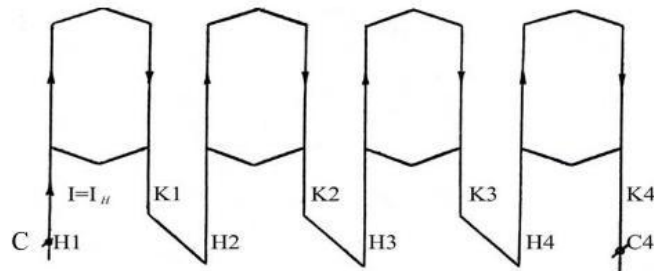


Рисунок 2 – катушечные группы, включенные в одну параллельную ветвь,  $a=1$ .

Все катушечные группы обмотки одной фазы могут быть соединены последовательно, как это показано на рисунке 3. В этом случае число параллельных ветвей равно 1 ( $a = 1$ ); буквами Н, К и цифрами обозначены соответственно начала и концы фазных катушек.

При параллельном включении катушечных групп максимальное число параллельных ветвей равняется числу фазных катушек в обмотке одной фазе  $N_{1\phi}$ . На рисунке 4 ( $a = 4$ ).

Можно катушечные группы обмотки одной фазы соединять и комбинированно (часть последовательно и часть параллельно) как показано на рисунке 5 ( $a = 2$ ), но при этом в любом случае число катушечных групп в каждой параллельной ветви должно быть строго одинаковым.

Примечание. Решение о рациональном числе параллельных ветвей принимается только после разделения обмоточного провода на параллельные сечения  $a'$ . Число параллельных сечений (т.е. взятых для изготовления секций обмоточных проводов) в сумме по площади должно быть равно расчетной площади. Например, если по расчету сечение (площадь) обмоточного провода должно быть равно  $20 \text{ мм}^2$ , а такого провода нет или он не входит через шлиц паза, можно взять два провода по  $10 \text{ мм}$  или четыре по  $5 \text{ мм}^2$ . Однако число  $a'$  не должно быть более 4-х, вот тогда (для сокращения диаметра провода) увеличивают число параллельных ветвей  $a$ .

Рассчитанные обмоточные данные используются по нижеприведённым методикам, в частности, для построения однослойных и двухслойных петлевых обмоток. Различия в исполнении других обмоток незначительны.

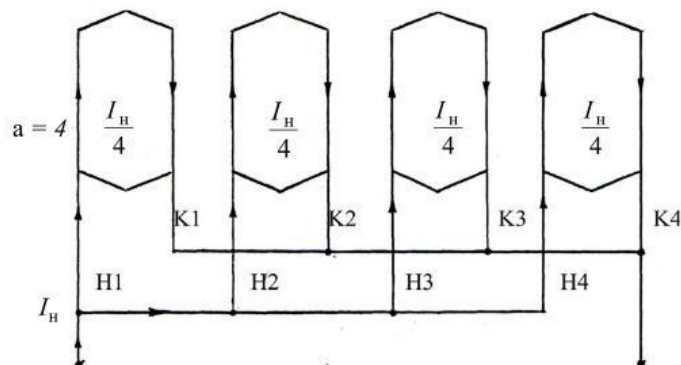


Рисунок 3 – катушечные группы, обмотки одной фазы включенные в четыре параллельные ветви,  $a=4$ .

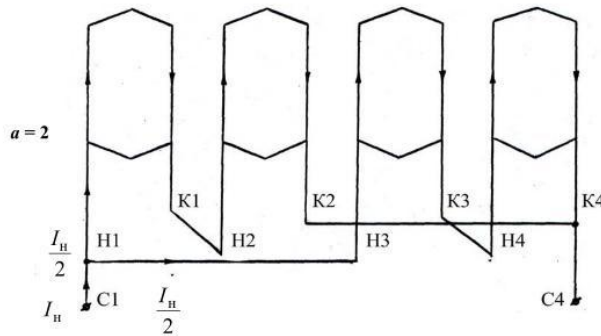


Рисунок 4 – катушечные группы, обмотки одной фазы включенные в две параллельные ветви,  $a=4$ .

## 2. Расчет число витков в обмотке одной фазы и в одной секции, согласно технических параметров электродвигателя.

Рассчитаем число витков в обмотке одной фазы трехфазного асинхронного двигателя  $W_\phi$ .

-Находим приблизительную полную мощность асинхронного двигателя  $S_{дв}$  по зависимости от внутреннего диаметра магнитопровода статора  $S_{дв} = f(D)$  и количества пар полюсов (см. рис. 5).

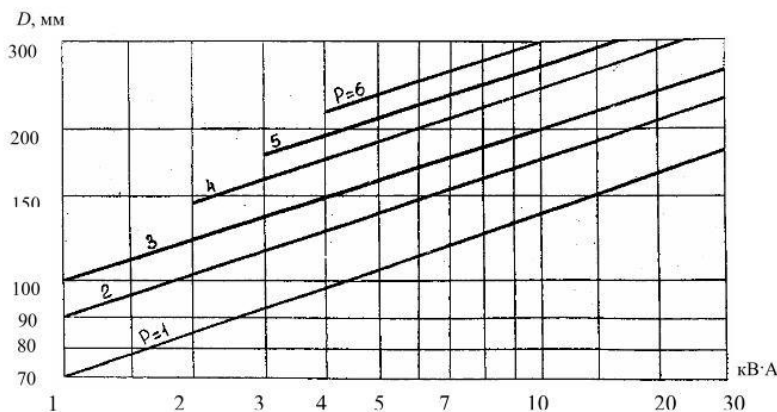


Рисунок 5 - Зависимость мощности асинхронного от внутреннего диаметра магнитопровода статора  $S_{дв} = f(D)$  при различных  $P$  (числе пар полюсов)

-Определяем число витков в обмотке одной фазы (это число предварительное, т.к. требуется выполнение условия равносекционности),  $W_\phi$

$$W_\phi = \frac{0,97 \cdot U_\phi}{4,44 \cdot f \cdot \Phi \cdot K_{об}}$$

где  $U_\phi$  – фазное напряжение, В

$f$  – частота тока, Гц

$\Phi$  – магнитный поток, Вб

$K_{об}$  – обмоточный коэффициент

$$K_{об} = K_y \cdot K_p$$

где  $K_p$  – коэффициент распределения,

$K_y$  – коэффициент укорочения шага



$$K_p = \frac{\sin(\alpha \cdot \frac{q}{2})}{q \cdot \sin(\frac{\alpha}{2})}$$

$$K_y = \sin(90 \cdot \frac{y}{y_1})$$

$$\Phi = \frac{2}{\Pi} \cdot B_{\sigma} \cdot Q_{\sigma}$$

где  $B_{\sigma}$  – максимальное значение магнитной индукции в воздушном зазоре, Тл (выбирается из таблицы 3);

$Q_{\sigma}$  – площадь полюса в воздушном зазоре, м<sup>2</sup>

Таблица 3- Нормированные электромагнитные нагрузки асинхронных электродвигателей

Наименование		Мощность, кВт		
		До 1	1...10	10...100
Индукция в воздушном зазоре ( $B_{\delta}$ ), Тл		0,3-0,6	0,6-0,7	0,7-0,9
Индукция в зубцах статора ( $B_z$ ), Тл		1,3-1,5	1,4-1,6	1,4-1,8
Индукция в спинке статора ( $B_c$ ), Тл		1,1-1,5	1,2-1,6	1,3-1,6
Плотность тока в обмотке статора ( $j$ ), А/мм	1-а сл-я	5,5 - 6,5	4,5-5	3,5-3,8
	2-х сл-я	6-8	5,5-6	4-4,5
Допустимая линейная нагрузка ( $A_{\text{доп}}$ ), А/м*10 <sup>3</sup>	1-а сл-я	10,0-14,0	18,0-22,5	24,0-30,0
	2-х сл-я	15,0-20,0	25,0-30,0	32,5-40,0

$$Q_{\delta} = \tau \cdot l_p;$$

где  $\tau$  – полюсное деление(ширина полюса в воздушном зазоре),м;

$l_p$  – расчётная длина сердечника статора, м.

$$\tau = \frac{\pi \cdot D}{2 \cdot p};$$

Число активных проводников в пазу.

$$N_n = \frac{2 \cdot W_{\phi} \cdot m \cdot a}{Z};$$

Определяем действительное число витков в обмотке одной фазы.

$$W_{\phi}' = \frac{N_n \cdot Z}{2 \cdot m \cdot a};$$

Число витков в одной секции:



В однослойной обмотке активные проводники  $N_{\pi}$  одной секции полностью занимают паз, поэтому число витков  $W_{\text{сек}}^1$  в ней равно числу этих проводников в пазу:

$$W_{\text{сек}}^1 = N_{\pi}$$

В двухслойной обмотке в одном пазу лежат активные проводники двух секций, следовательно, число витков в секции  $W_{\text{сек}}^2$  равно половине числа активных проводников в пазу:

$$W_{\text{сек}}^2 = N_{\pi}/2$$

Расчётное сечение провода определяется по формуле:

$$S_p = \frac{I_n}{j};$$

где:  $j$  - плотность тока, А/мм<sup>2</sup>. (таб.2)

Определяем расчетный диаметр провода с изоляцией:

$$d' = \sqrt{\frac{4 \cdot S_p}{\pi \cdot a'}};$$

где:  $a$  – число параллельных сечений, шт

Проверяем условие прохождения провода в пазу:

$$d' < b_{\text{п}} - 1,5$$

Из таблицы выбираем для провода марки стандартный диаметр провода с изоляцией (приложение):

$d'_{\text{зосм}}$  – диаметр с изоляцией.

$d_{\text{зосм}}$  – диаметр без изоляции

Данные сводим в таблицу.

Таблица 4- Данные расчетов

Наименование	Расчётная формула	Расчет
Число проводников в пазу $N_n$ , шт.	$N_n = \frac{2 \cdot W_{\phi} \cdot m \cdot a}{z}$	
Число витков в обмотке одной фазы $W'_{\phi}$ , шт	$W'_{\phi} = \frac{N_n \cdot z}{2 \cdot m \cdot a}$	
Величина магнитного потока $\Phi'$ , Вб	$\Phi' = \frac{0,97 \cdot U_{\phi}}{4,44 W'_{\phi} f k_{\text{об}}}$	
Расчетное сечение, $S_p$ , мм <sup>2</sup>	$S_p = \frac{I_n}{j};$	
Диаметр провода, $d$ , мм	$d' = \sqrt{\frac{4 \cdot S_p}{\pi \cdot a'}};$	
Марка обмоточного провода	-	



### 3. Расчет обмоточных данных, для построения развернутой схемы стартовой обмотки по заданию на перерасчет.

#### Петлевая обмотка с укороченным шагом.

Шаг обмотки

$$y' = \frac{Z}{2 \cdot p} \pm \xi;$$

где:  $y'$  – расчетный шаг (равен полюсному делению, выраженному в зубцах);

$\xi$  – произвольное число меньше 1, доводящее расчетный шаг ( $y'$ ) до целого числа.

Двухслойные обмотки выполняют с укорочением шага.

$$y = y' \cdot K_y;$$

где:  $k_y$  – коэффициент укорочения шага обмотки (на практике и расчётами установлено, что наиболее благоприятная кривая изменения магнитного потока получается при укорочении диаметрального (расчётного) шага на  $k_y = 0,8$ ).

Число пазов на полюс и фазу.

$$q = \frac{Z}{2 \cdot p \cdot m};$$

где:  $m$  – число фаз.

Число катушечных групп.

В двухслойных обмотках число катушечных групп механически увеличивается в два раза, однако по сравнению с однослойной обмоткой с числом витков в каждой секции меньшим в два раза, тогда:

$$N_{1\phi}^{(2)} = 2 \cdot p;$$

где:  $N_{1\phi}^{(2)}$  – число катушечных групп в одной фазе двухслойной обмотки.

$$N_{1\phi}^{(2)} = 2 \cdot p \text{ шт.}$$

Так как каждую пару полюсов создают все три фазы переменного тока, следовательно:

$$N_{3\phi}^{(2)} = 2 \cdot p \cdot m;$$

Число электрических градусов на один паз.

число электрических градусов на один паз:

$$a = \frac{360 \cdot P}{Z};$$



Число параллельных ветвей.

Соединяем все катушечные группы одной фазы последовательно, тогда число параллельных ветвей  $a=1$ .

В отличие от однослойных в двухслойных обмотках катушечные группы одной и той же фазы сдвигаются не на 360 электрических градусов, а на 180, поэтому:

$$A \rightarrow \frac{180}{a} \text{ паз.}$$

Обмотки фаз «В» и «С» выполняется аналогично, но они сдвинуты соответственно на 120 и 240 электрических градусов относительно обмотки фазы «А», поэтому:

$$B \rightarrow \frac{120}{a} \text{ паз.} \quad C \rightarrow \frac{240}{a} \text{ паз.}$$

### **Однослойная концентрическая обмотка.**

Определяем шаг обмотки:

$$y' = \frac{Z}{2 \cdot p}$$

Определяем число пазов на полюс и фазу:

$$q = \frac{Z}{2 \cdot p \cdot m} \text{ паза}$$

Так как обмотка концентрическая, то определяем необходимые значения для шага обмотки:

$$y_1 = 4 \cdot q - 1$$

$$y_2 = y_1 - 2$$

Определяем число катушечных групп для однослойной обмотки:

$$N^{(1)}_{1\phi} = P$$

Количество катушечных групп в трех фазах:

$$N^{(1)}_{1\phi} = P \cdot m$$

Определяем число электрических градусов на один паз:

$$\alpha = \frac{360 \cdot P}{Z}$$

Принимаем число параллельных ветвей  $a = 1$ .

В однослойных обмотках катушечных группы одной и той же фазы сдвигаются на 360 электрических, поэтому:

$$A = \frac{360}{a} \text{ паза}$$



Обмотки фаз «В» и «С» выполняются аналогично, но они сдвинуты соответственно на 120 и 240 электрических градусов относительно обмотки фазы «А», поэтому:

$$B = \frac{120}{a} \text{ паз} \quad C = \frac{240}{a} \text{ паз}$$

### Однослойная шаблонная обмотка.

Шаг обмотки

$$y' = \frac{Z}{2 \cdot p} \pm \xi;$$

где :  $y'$  – расчетный шаг (равен полюсному делению, выраженному в зубцах);

$\xi$  – произвольное число меньше 1, доводящее расчётный шаг ( $y'$ ) до целого числа.

Определяем число пазов на полюс и фазу:

$$q = \frac{Z}{2 \cdot p \cdot m} \text{ паза}$$

Определяем число катушечных групп для однослойной обмотки:

$$N^{(1)}_{1\phi} = P$$

Количество катушечных групп в трех фазах:

$$N^{(1)}_{1\phi} = P \cdot m$$

Определяем число электрических градусов на один паз:

$$\alpha = \frac{360 \cdot P}{Z}$$

Принимаем число параллельных ветвей  $a = 1$ .

В однослойных обмотках катушечных группы одной и той же фазы сдвигаются на 360 электрических, поэтому:

$$A = \frac{360}{a} \text{ паза}$$

Обмотки фаз «В» и «С» выполняются аналогично, но они сдвинуты соответственно на 120 и 240 электрических градусов относительно обмотки фазы «А», поэтому:

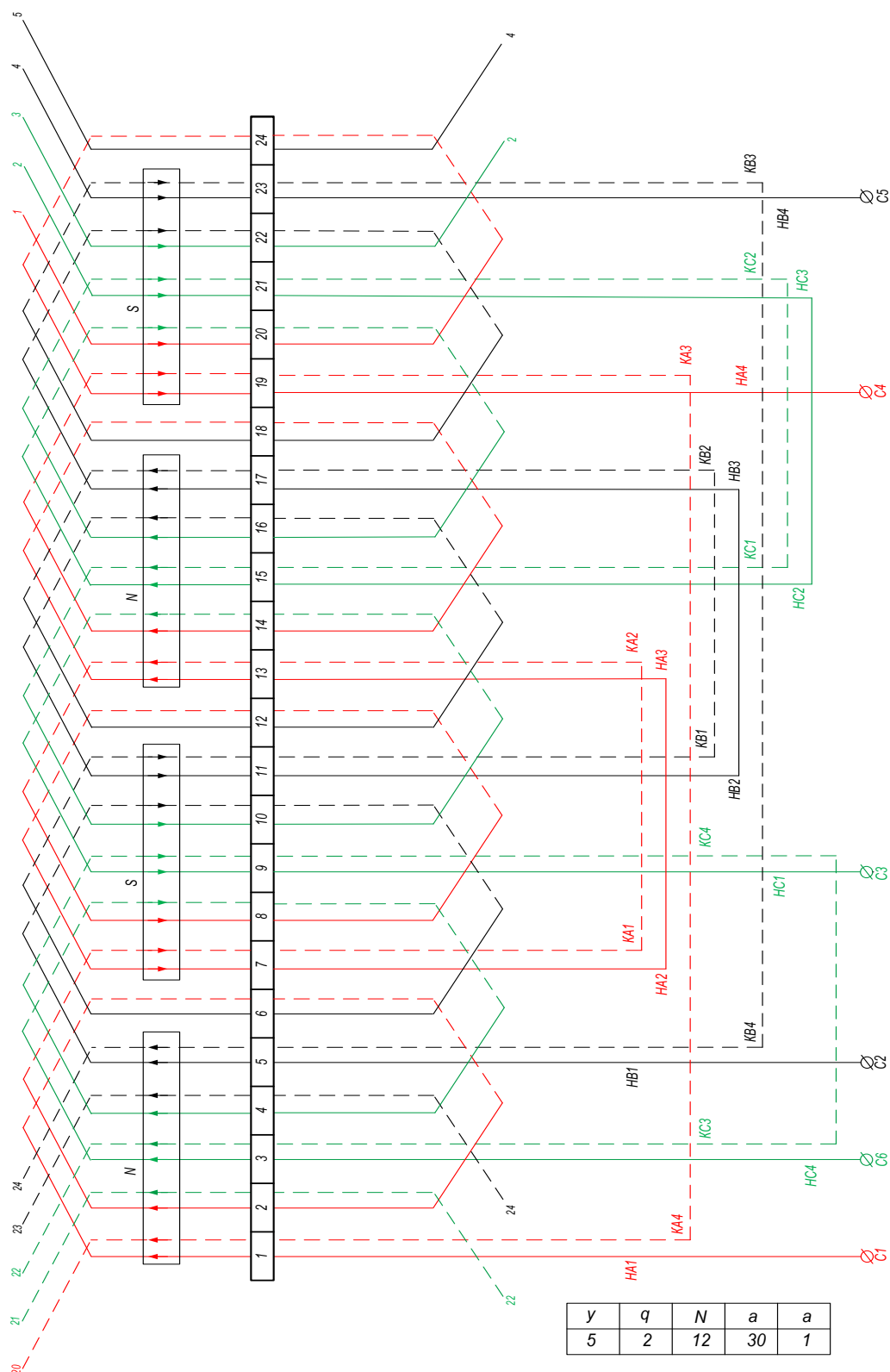
$$B = \frac{120}{a} \text{ паз} \quad C = \frac{240}{a} \text{ паз}$$





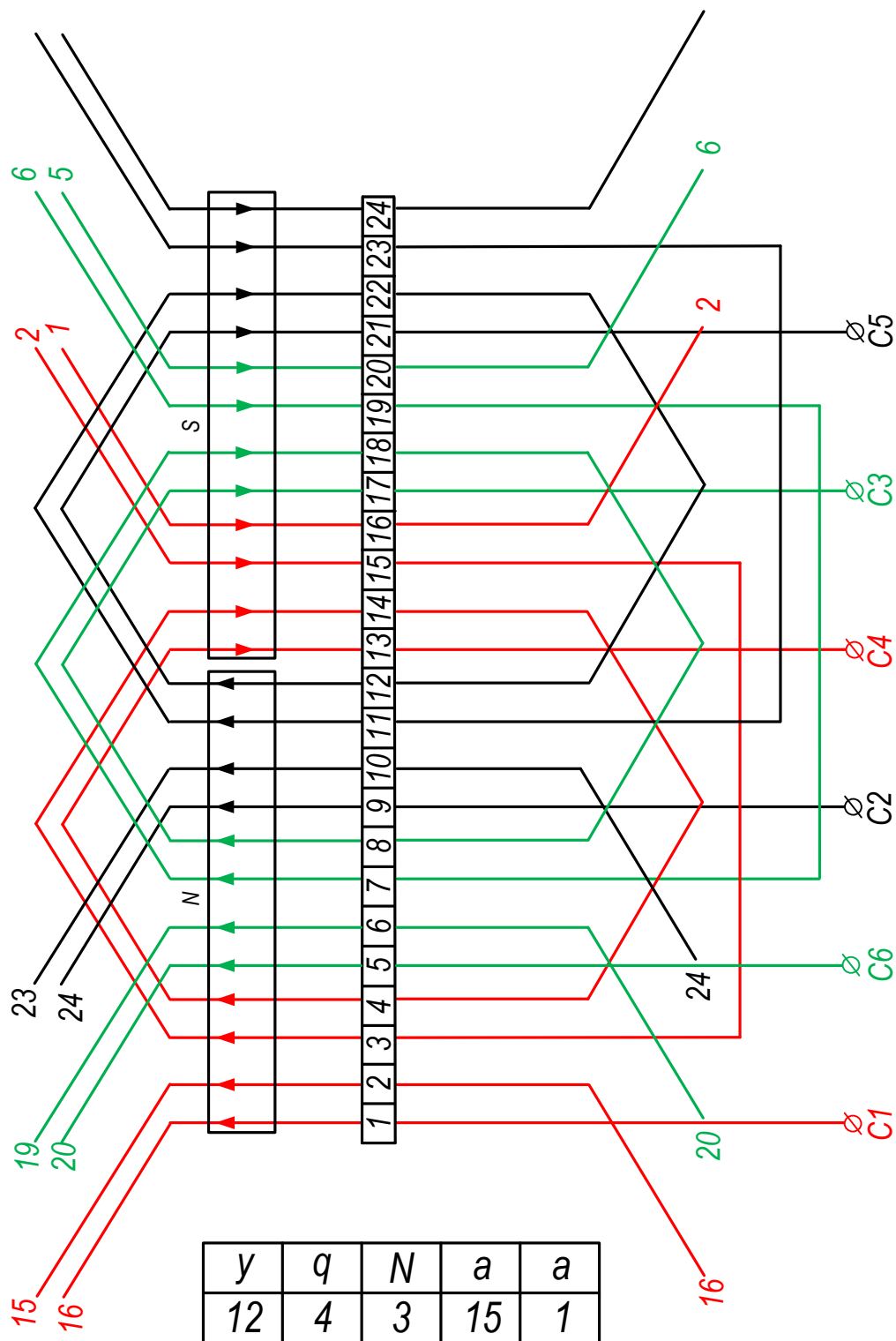
#### 4. Примеры построения обмоток.

##### Петлевая обмотка с укороченным шагом.



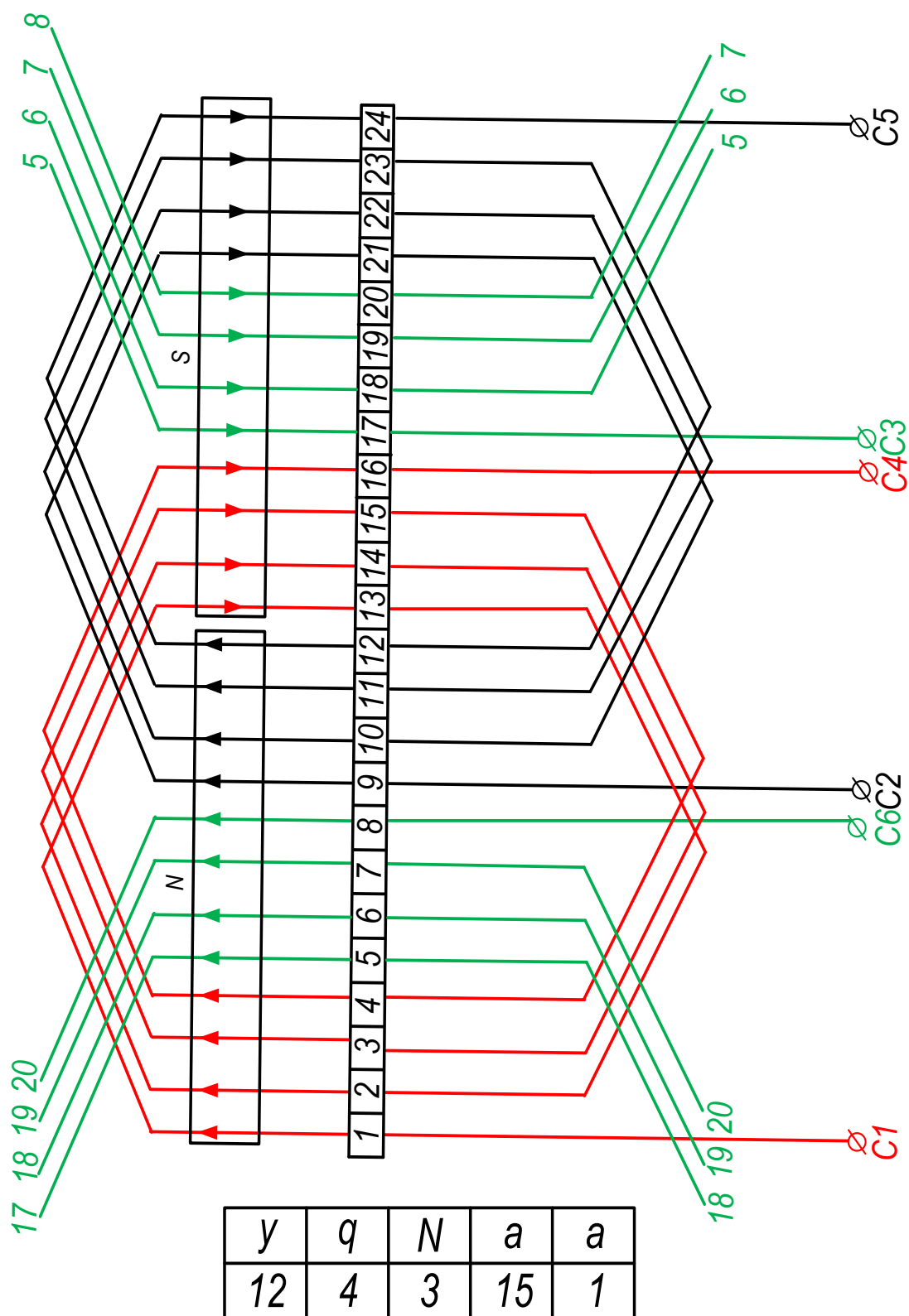


# Однослойная концентрическая обмотка.





# Однослойная шаблонная обмотка.





## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

**Тема: Перерасчет обмоточных данных асинхронных электродвигателей на другую частоту вращения.**

**Цель работы:** Сформировать умения производить перерасчет обмоточных данных асинхронных электродвигателей на другую частоту вращения. Проанализировать, как изменяются данные двигателя при пересчёте.

**- Произвести проверку на возможность перемотки электродвигателя на другую частоту вращения (согласно исходных данных, приведенных в таблицах 2 и 5).**

**-Произвести пересчет машины новую частоту вращения.**

Таблица 5- Исходные данные для перерасчета

вари- ант	Технические условия на пересчет ЭД			
	$U_{\phi}$	$n$	$f$	Схема соединения
	В	мин <sup>-1</sup>	Гц	
1	220	3000	50	Y/Δ
2	220	3000	50	Y/Δ
3	220	1500	50	Y/Δ
4	220	1000	50	Y/Δ
5	220	1000	50	Y/Δ
6	220	1000	50	Y/Δ
7	220	1300	50	Y/Δ
8	220	3000	50	Y/Δ
9	220	1500	50	Y/Δ
10	220	750	50	Y/Δ
11	220	750	50	Y/Δ
12	220	1000	50	Y/Δ
13	220	1500	50	Y/Δ
14	220	3000	50	Y/Δ
15	220	3000	50	Y/Δ
16	220	3000	50	Y/Δ
17	220	3000	50	Y/Δ
18	220	750	50	Y/Δ
19	220	1000	50	Y/Δ
20	220	750	50	Y/Δ
21	220	1000	50	Y/Δ
22	220	1500	50	Y/Δ
23	220	1000	50	Y/Δ
24	220	1000	50	Y/Δ
25	220	1500	50	Y/Δ

### 1. Проверка на возможность перемотки электродвигателя на другую частоту вращения.

При изменении частоты вращения у асинхронного двигателя после ремонта может иметь место: «залипание» — ротор не проворачивается при включении машины в сеть, «застревание» ротор вращается на значительно пониженных оборотах, «повышенный шум».



Причины кроются в содержании высших гармонических составляющих в магнитном потоке электромашины, а это связано с нарушением соотношения между числами зубцов магнитопровода статора  $Z_1$ , и ротора  $Z_2$ . Вот почему при такой модернизации асинхронного двигателя обязательно проводится проверка ее допустимости:

- для предупреждения **«прилипания»** ротора в момент пуска требуется, чтобы

$$Z_2 \neq Z_1; Z_2 \neq 0,5 \cdot Z_1; Z_2 \neq 2 \cdot Z_1;$$

Кроме того:

$$Z_2 \neq (2p \cdot 3) \cdot i;$$

где  $i$  — любое целое число,

$p$  — число пар полюсов;

- для предупреждения **«застревания»** ротора на пониженной частоте вращения требуется, чтобы:

$$Z_2 \neq 2p \cdot (3i + 1);$$

Кроме того:

$$Z_2 \neq Z_1 \pm p; \quad Z_2 \neq Z_1 \pm 2 \cdot p;$$

$$Z_2 \neq 0,5 \cdot Z_1 \pm p; \quad Z_2 \neq 2 \cdot Z_1 \pm 2 \cdot p;$$

- для предупреждения **«повышенного шума»** электродвигателя требуется, чтобы:

$$Z_2 \neq 2p \cdot 3i \pm 1;$$

$$Z_2 \neq 2p \cdot 3i \pm (2 \cdot p \pm 1);$$

## 2. Пересчет электродвигателя на новую частоту вращения.

Новое количество пар полюсов:

$$p = \frac{60 \cdot f}{n_n};$$

где  $f$  — частота тока в сети, Гц

$n_n$  — новая частота вращения, об/мин

Число витков в одной секции:

при переводе электродвигателя на большую частоту вращения

$$(n_n > n_c)$$

$$W_{\text{сек.н}} = W_{\text{сек.с}} \cdot \frac{n_c}{n_n \cdot K_{\text{п}}}$$

при переводе электродвигателя на меньшую частоту вращения

$$(n_n < n_c)$$

$$W_{\text{сек.н}} = W_{\text{сек.с}} \cdot \frac{n_c \cdot K_{\text{п}}}{n_n}$$

Рассчитаем данные нового обмоточного провода и выберем его. Находим сечение провода:

при переводе электродвигателя на меньшую частоту вращения



$$(n_H < n_C)$$

$$S_{p.H} = S_{p.c} \cdot \frac{n_C}{n_H \cdot K_{\Pi}};$$

при переводе электродвигателя на большую частоту вращения

$$(n_H > n_C)$$

$$S_{p.H} = S_{p.c} \cdot \frac{n_C \cdot K_{\Pi}}{n_H};$$

По заданию условия работы двигателя остаются неизменными, поэтому марку провода оставляем прежней. По полученному сечению  $S_{p.H}$  находим диаметр нового провода:

$$d'_H = \sqrt{\frac{4 \cdot \Pi_{P.H}}{\pi}} \text{ мм.}$$

Выбираем новый обмоточный провод:

Выполняем проверку возможности прохода через шлиц паза:

$$d'_{ГОСТ} < b_{Ш} - 1,5$$

Определим новые обмоточные данные.

Шаг обмотки:

$$y'_H = y_C \cdot \frac{n_H}{n_C};$$

Укороченный шаг обмотки:

$$y_H = y'_H \cdot 0,8$$

Число пазов на полюс и фазу(число секций в фазной катушке):

$$q_H = q_C \cdot \frac{n_H}{n_C};$$

Число катушечных групп(фазных катушек)

$$N_{3\phi}^{(2)} = 2 \cdot p \cdot m$$

Рассчитаем длину витка секции новой обмотки.

Средняя ширина секции

$$T = \frac{\pi \cdot (D + h)}{Z} \cdot y$$

Длина лобовой части витка (42):

$$l_{\lambda} = K \cdot T + l' \text{ м.}$$



Таблица 6 - Поправочный коэффициент

2Р	Сердечник статора, намотанный отдельно		Сердечник статора, намотанный непосредственно в корпусе	
	k	l', м	k	l', м
2	1,25	0,02	1,30	0,03
4	1,30	0,02	1,35	0,03
6	1,40	0,02	1,55	0,03
8	1,50	0,02	1,55	0,03

Длина витка секции:

$$l_{\phi} = 2 \cdot (l_a + l_{\lambda}) \text{ м.}$$

Определяем массу провода новой обмотки(44):

$$G = m \cdot \gamma \cdot \Pi_{\text{ГОСТ}} \cdot a \cdot a' \cdot l_{\phi} \cdot W_{\phi} \text{ кг.}$$

С учетом изоляции и «срезок»- по уравнению(45):

$$G' = 1,05 \cdot G \text{ кг.}$$

Определим сопротивления новой обмотки одной фазы постоянному току в холодном состоянии:

$$R = \rho \cdot \frac{l_{\phi} \cdot W_{\phi}}{\Pi_{\text{ГОСТ}} \cdot a \cdot a'} \text{ Ом.}$$

Новая мощность АД после пересчета обмотки на новую частоту вращения поля в точке статора,

при переводе электродвигателя на большую частоту вращения

$$(n_H > n_C)$$

$$P_{H.H} = P_{H.C} \cdot \frac{n_H K_n}{n_C} \text{ кВт.}$$

при переводе электродвигателя на меньшую частоту вращения

$$(n_H < n_C)$$

$$P_{H.H} = P_{H.C} \cdot \frac{n_H}{n_C \cdot K_n} \text{ кВт.}$$

где  $K_n$  – поправочный коэффициент перерасчёта,  $K_n = 0,65 \dots 0,85$ .





## Приложение

Таблица 7- Диаметры круглых медных проводов с эмалевой изоляцией

d <sub>гост</sub>	d <sub>гост</sub> – для марок.				
	ПЭВ – 2.	ПЭМ – 2.	ПЭТ – 155	ПЭТВ - 2	ПЭТВМ
1	2	3	4	5	6
0,050	0,080	0,080	-	-	-
0,060	0,090	0,090	0,090	0,084	-
0,063	0,090	0,093	0,090	0,084	-
0,070	-	0,100	-	-	-
0,071	0,100	0,101	0,100	0,094	-
0,080	0,110	0,110	0,110	0,104	-
0,090	0,120	0,120	0,120	0,116	-
0,100	0,130	0,130	0,130	0,128	-
0,110	-	0,140	0,140	-	-
0,112	0,140	0,142	-	0,140	-
0,120	0,150	0,150	0,150	0,150	-
0,125	0,155	0,155	0,155	0,154	-
0,130	0,160	0,160	0,160	0,160	-
0,140	0,170	0,170	0,170	0,170	-
0,150	0,190	0,190	0,190	0,190	-
0,160	0,200	0,20	0,200	0,198	-
0,170	0,210	0,21	0,210	0,210	-
0,180	0,220	0,22	0,220	0,220	-
0,190	0,230	0,23	0,230	0,230	-
0,200	0,240	0,240	0,240	0,240	-
0,210	0,250	0,250	0,260	0,250	-
0,224	0,270	0,264	0,270	0,264	-
0,230	-	0,280	-	-	-
0,236	0,285	-	0,285	0,286	-
0,250	0,300	0,300	0,300	0,300	0,310
0,265	0,315	-	0,315	0,314	0,325
0,270	-	0,320	-	-	-
0,280	0,330	0,330	0,330	0,330	0,340
0,290	-	0,340	-	-	-
0,300	0,350	-	0,350	0,350	0,360
0,310	-	0,360	-	-	-
0,31	0,365	0,365	0,365	0,364	0,375



0,330	-	0,380	-	-	-
0,335	0,385	-	0,385	0,384	0,395
0,350	-	0,410	-	-	-
0,355	0,415	0,415	0,405	0,414	0,425
0,400	0,460	0,460	0,460	0,460	0,470
0,380	0,440	0,440	0,440	0,440	0,450
0,410	-	0,470	-	-	-
0,425	0,485	-	0,490	0,484	0,495
0,440	-	0,500	-	-	-
0,450	0,510	0,510	0,520	0,510	0,520
0,470	-	0,530	-	-	-
0,475	0,545	-	0,545	0,534	0,545
0,490	-	0,55	-	-	-
0,500	0,570	0,57	0,570	0,560	0,580
0,510	-	0,58	-	-	-
0,530	0,600	0,60	0,600	0,600	0,610
0,550	-	0,62	-	-	-
0,560	0,630	0,63	0,630	0,630	0,640
0,570	-	0,64	-	-	-
0,590	-	0,66	-	-	-
0,600	0,670	-	0,670	0,670	0,680
0,620	-	0,69	-	-	-
0,630	0,700	0,70	0,710	0,700	0,720
0,640	-	0,72	-	-	-
0,670	0,750	0,75	0,750	0,750	0,760
0,690	0,77	0,77	0,770	0,770	0,780
0,710	0,790	0,79	0,790	0,790	0,800
0,720	-	0,80	-	-	-
0,740	-	0,83	-	-	-
0,750	0,840	0,84	0,830	0,830	0,840
0,770	0,860	0,86	0,850	0,850	0,860
0,800	0,890	0,89	0,890	0,88	0,890
0,830	0,920	0,92	0,920	0,910	0,920
0,850	0,940	0,94	0,940	0,930	0,940
0,860	-	0,95	-	-	-
0,90	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
0,93	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
0,95	1,04	1,04	1,04	-	1,04
0,96	-	1,05	-	1,04	-



**Продолжение приложения**

1	2	3	4	5	6
1,0	1,10	1,11	1,09	1,09	1,11
1,04	-	1,15	-	-	-
1,06	1,16	1,17	1,16	1,15	1,17
1,08	1,18	1,19	1,18	1,17	1,19
1,12	1,22	1,23	1,22	1,21	1,23
1,16	-	1,27	-	-	-
1,18	1,28	1,29	1,28	1,27	1,29
1,20	-	1,31	-	-	-
1,25	1,35	1,36	1,35	1,35	1,36
1,30	-	1,41	-	-	-
1,32	1,42	1,43	1,42	1,42	1,43
1,35	-	1,46	-	-	-
1,40	1,51	1,51	1,51	1,50	-
1,45	1,56	1,56	1,56	1,55	-
1,50	1,61	1,61	1,61	1,60	-
1,56	1,67	1,67	1,67	1,67	-
1,60	1,71	1,71	1,71	1,73	-
1,62	-	1,73	-	-	-
1,68	-	1,79	-	-	-
1,70	1,81	1,81	1,81	1,81	-
1,74	-	1,85	-	-	-
1,80	1,92	1,92	1,92	1,91	-
1,81	-	1,93	-	-	-
1,88	-	2,00	-	-	-
1,90	2,02	2,02	2,02	2,01	-
1,95	-	2,07	-	-	-
2,0	2,12	2,12	2,12	2,12	-
2,02	-	2,14	-	-	-
2,10	-	2,23	-	-	-
2,10	2,24	2,25	2,24	2,24	-
2,24	2,37	2,37	2,37	2,36	-
2,26	-	2,39	-	-	-
2,36	2,49	2,49	2,49	2,48	-
2,44	2,57	2,57	2,57	2,56	-
2,50	2,63	2,63	2,63	2,63	-



## 6. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы №2

Рекомендуется следующий порядок выполнения контрольной работы

1. По таблице 1 выбрать задание на контрольную работу, согласно своего варианта. Задание выбирают на пересечении вертикального столбца, соответствующего последней цифре номера, и горизонтальной строки, соответствующей предпоследней цифре номера. В указанной клетке таблицы приведены номера вопросов на которые необходимо ответить в ходе выполнения работы.

2. Подобрать литературу и изучить разделы, относящиеся к соответствующей теме контрольной работы. Перечень рекомендуемой литературы приведен в заключительной части методических указаний. Приведенный перечень не включает всю существующую литературу по тематике контрольной работы. При необходимости следует использовать дополнительные источники информации.

3. Выполнить контрольную работу. Схемы и рисунки выполняются четко, ясно, с соблюдением пропорций, требований действующих ГОСТ, СТП и других нормативных документов. Схемы следует вычерчивать при помощи чертёжных приспособлений, карандашом или черной гелиевой ручкой с соблюдением графического обозначения выполняя их по ходу описания или после ссылки в тексте, **ксерокопии схем в контрольной работе приводить нельзя, допускается ксерокопирование только сложных рисунков.**

4. Ответы на вопросы должны быть конкретными и полными.

Контрольная работа оформляется в отдельной тетради. Объем работы определяется тематикой.

5. Оформленную контрольную работу необходимо сдать в заочное отделение в соответствии с графиком учебного процесса. На обложке указать свои фамилию, шифр, номер группы.

6. В том случае, если работа не зачтена, необходимо доработать работу согласно замечанием и повторно сдать в заочное отделение.

7. До проведения экзамена необходимо доработать контрольную работу в соответствии с замечаниями преподавателя.

8. По возникающим вопросам учащиеся могут обратиться в аудиторию 103 к ведущему преподавателю дисциплины «Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации»



**Распределение вопросов по вариантам контрольной работы №2**

**Таблица 8- Распределение теоретических вопросов по вариантам контрольной работы №2**

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,23,45	2,24,46	3,25,47	4,26,48	5,27,49	6,28,50	7,29,51	8,30,52	9,31,53	10,32,54
1	11,33,55	12,34,56	13,35,57	14,36,58	15,37,59	16,38,60	17,39,61	18,40,62	19,41,63	20,42,64
2	21,43,65	22,44,66	1,43,88	2,42,87	3,41,86	4,40,85	5,39,83	6,38,82	7,37,81	8,36,80
3	9,35,79	10,34,78	11,33,77	12,32,75	13,31,74	14,30,73	15,29,72	16,28,71	17,27,70	18,26,57
4	19,25,55	20,24,56	21,23,57	22,29,58	1,35,85	2,41,60	3,36,61	4,35,62	5,29,45	6,23,56
5	7,29,58	8,34,49	9,24,48	10,30,50	11,36,80	12,42,81	13,37,82	14,34,83	15,28,84	16,24,85
6	17,30,76	18,35,69	19,25,74	20,31,75	21,37,76	22,43,77	1,38,78	2,33,88	3,27,47	4,25,54
7	5,31,56	6,36,51	7,26,46	8,32,48	9,38,53	10,44,58	11,39,63	12,32,65	13,26,48	14,26,53
8	15,32,55	16,37,52	17,27,45	18,33,47	19,39,54	20,43,57	21,40,64	22,31,66	1,25,49	2,27,53
9	3,33,54	4,38,53	5,28,45	6,34,46	7,40,55	8,42,56	9,41,65	10,30,66	11,24,50	12,28,51

**Таблица 9- Распределение практических заданий по вариантам контрольной работы №2**

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1а, 2.1а	1б, 2.1б	1в, 2.1в	1г, 2.1г	1д, 2.1д	1ж, 2.1ж	1з, 2.1з	1и, 2.1и	1к, 2.1к	1л, 2.1л
1	1м, 2.1м	1н, 2.1н	1о, 2.1о	1п, 2.1п	1р, 2.1р	1а, 2.2а	1б, 2.2б	1в, 2.2в	1г, 2.2г	1д, 2.2д
2	1ж, 2.2ж	1з, 2.2з	1и, 2.2и	1к, 2.2к	1л, 2.2л	1м, 2.2м	1н, 2.2н	1о, 2.2о	1п, 2.2п	1р, 2.2р
3	1а, 2.1р	1б, 2.1п	1в, 2.1о	1г, 2.1н	1д, 2.1м	1ж, 2.1л	1з, 2.1б	1и, 2.1в	1в, 2.1к	1н, 2.1л
4	1р, 2.1а	1п, 2.1б	1н, 2.1в	1о, 2.1г	1м, 2.1д	1з, 2.1ж	1к, 2.1з	1и, 2.1и	1л, 2.1к	1ж, 2.1л
5	1г, 2.1м	1б, 2.1н	1в, 2.1о	1а, 2.1п	1р, 2.1р	1а, 2.2а	1б, 2.2б	1в, 2.2в	1г, 2.2г	1д, 2.2д
6	1ж, 2.2ж	1з, 2.2з	1и, 2.2и	1к, 2.2к	1л, 2.2л	1м, 2.2м	1н, 2.2н	1о, 2.2о	1п, 2.2п	1р, 2.2р
7	1а, 2.1р	1б, 2.1п	1в, 2.1о	1г, 2.1н	1д, 2.1м	1ж, 2.1л	1з, 2.1б	1и, 2.1в	1в, 2.1к	1н, 2.1л
8	1а, 2.1р	1б, 2.1п	1в, 2.1о	1г, 2.1н	1д, 2.1м	1ж, 2.1л	1з, 2.1б	1и, 2.1в	1в, 2.1к	1н, 2.1л
9	1а, 2.2р	1б, 2.2п	1в, 2.2о	1г, 2.2н	1д, 2.2м	1ж, 2.2л	1з, 2.2б	1и, 2.2в	1в, 2.2к	1н, 2.2 л



## Теоретические вопросы к контрольной работе №2

1. Какие различают группы коммутационных аппаратов, перечислите основные требования предъявляемые к пускозащитной аппаратуре.
2. Опишите порядок классификации автоматических выключателей, на какие характеристики обращают внимание при их испытании.
3. Опишите необходимые условия для проведения испытаний и измерений автоматических выключателей, какие средства применяют при этом?
4. Опишите порядок проведения испытаний и измерений у автоматических выключателей. Приведите схемы всех испытаний и измерений.
5. Как проводится обработка данных, полученных при испытаниях автоматических выключателей. Опишите принцип построения индивидуальной время-токовой характеристики автоматического выключателя на основе образцовой.
6. Опишите порядок проведения технического обслуживания, ремонта и испытания рубильников.
7. Опишите порядок проведения технического обслуживания, ремонта и испытания магнитных пускателей.
8. Каким испытаниям и в каком объеме подвергаются аппараты и распределительные устройства напряжением до 1000В перед вводом в эксплуатацию? Приведите две – три схемы испытаний.
9. Каким испытаниям, в какой срок и в каком объеме подвергаются аппаратура и распределительные устройства до 1000 В в процессе эксплуатации?
10. Опишите порядок наладки и регулировки тепловых реле, опишите порядок испытания методом фиктивных нагрузок.
11. Сроки проведения и объем технического обслуживания автоматических выключателей типа «АЕ». Укажите пределы регулировки зависимого расцепителя.
12. Опишите порядок проверки и наладки температурных защит типа УВТЗ-1, УВТЗ-1М в эксплуатации. Приведите схему одной из них и температурную характеристику позистора.
13. Изложите проверки и испытания защиты УВТЗ-5 перед вводом в эксплуатацию, а также в процессе эксплуатации. Привести схему защиты.
14. Опишите порядок определения числа витков и диаметра обмоточного провода для катушки магнитного пускателя, двумя методами. Приведите пример одного из способов.
15. Опишите основные неисправности и объем ремонта рубильников и пакетных выключателей.
16. Опишите объем текущего ремонта промежуточного реле, порядок испытания и регулировки.
17. Перечислите основные неисправности тепловых реле типа ТРН, ТРП и РТТ, и порядок их устранения. Каким испытаниям подвергаются тепловые реле после ремонта? Приведите схему снятия защитной характеристики реле.
18. Как настроить реле ТР-200 или другое температурное реле на заданный температурный режим? Требования техники безопасности при выполнении работ в шкафах и пультах автоматического управления.
19. Как осуществляется обслуживание устройств автоматизации? Какая документация должна быть представлена при этом?
20. Изложить порядок диагностирования пусковой и защитной аппаратуры с помощью стенда МИИСП.



- 21.** Какие основные виды неисправностей встречаются в устройствах и схемах автоматизации? Указать приборы для определения неисправностей.
- 22.** Изложите методику определения неисправностей отдельных элементов схем автоматизации (катушки, диоды, транзисторы, тиристоры, конденсаторы, фоторезисторы, термисторы). Приведите схемы проверки.
- 23.** Изложите основные методы определения неисправностей в схемах автоматизации процессов с/х производства. В качестве примера используйте известную вам схему.
- 24.** Опишите порядок организации обслуживания и ремонта средств автоматизации.
- 25.** Опишите основные этапы организации ТО и ТР средств автоматизации.
- 26.** Опишите порядок классификации дефектов основных типовых средств автоматизации.
- 27.** Опишите порядок эксплуатации внутренних электропроводок.
- 28.** Опишите порядок эксплуатации облучающих электроустановок.
- 29.** Опишите порядок эксплуатации электросварочных электроустановок.
- 30.** Опишите порядок эксплуатации электрических водонагревателей и парогенераторов.
- 31.** Опишите порядок проведения текущего ремонта и испытания электрических водонагревателей и парогенераторов типа ВЭТ, УАП, КЭВ, ЭПЗ и др. Приведите схему управления одного из них.
- 32.** Опишите порядок эксплуатации электрокалориферных установок.
- 33.** Опишите порядок эксплуатации передвижных электрифицированных машин, инструмента, устройств заземления.
- 34.** Опишите порядок проведения ремонта облучающих установок. Приведите основные неисправности и порядок их устранения.
- 35.** Опишите порядок проведения ремонта сварочных трансформаторов. Приведите основные неисправности и порядок их устранения.
- 36.** Опишите порядок проведения ремонта электронагревательных установок. Приведите основные неисправности и порядок их устранения.
- 37.** Опишите порядок проведения технического обслуживания и ремонта электроприборов, устройств и оборудования бытового и культурно-бытового назначения, приведите сроки проведения.
- 38.** Изложите особенности ТО и ТР пусковой и защитной аппаратуры и средств автоматизации в животноводческом помещении.
- 39.** Изложите технологию замены участка электропроводки, проложенной в стальных трубах.
- 40.** Как проводится проверка и испытание проводок после текущего ремонта? Назовите приборы и испытания, укажите нормы.
- 41.** Опишите порядок проведения технического обслуживания электрообогреваемых полов.
- 42.** Опишите порядок проведения текущего ремонта электрообогреваемых полов. Изложите порядок проверки работы и испытаний после текущего ремонта.
- 43.** Изложите порядок подготовки к работе и технологию испытания электрокалориферов и установок типа СФО, СФОЦ, СФОО.
- 44.** Для каких целей, в какие сроки и какими приборами измеряют сопротивление цепи «фаза-нуль»? ТБ при измерениях приведите схему измерения.
- 45.** Приведите сроки проведения технического обслуживания основного автотракторного электрооборудования. Изложите объем работ по техническому обслуживанию основного автотракторного электрооборудования.
- 46.** Из чего, в какой пропорции и как приготовить электролит для кислотных, щелочных аккумуляторов?





47. Изложите правила техники безопасности при приготовлении электролита, зарядке, эксплуатации и ремонте кислотных и щелочных аккумуляторов.
48. Изложите основные правила ухода за щелочными и кислотными аккумуляторными батареями.
49. Приведите основные неисправности аккумуляторных батарей, их причины и признаки.
50. Перечислите основные неисправности тракторных генераторов переменного тока, способы их выявления и устранения.
51. Перечислите основные неисправности тракторных генераторов постоянного тока, способы их выявления и устранения.
52. Перечислите основные неисправности стартеров, порядок их выявления и устранения.
53. Перечислите основные неисправности реле регуляторов, опишите пути их обнаружения и способы устранения.
54. Изложите характерные неисправности контактно-транзисторной системы зажигания, опишите пути их обнаружения и способы устранения.
55. Изложите основные неисправности электронных схем зажигания, опишите методы проверки элементов этих схем.
56. Какие испытания проводятся на стенде КИ-986? Дать подробное описание одного из испытаний.
57. Раскройте сроки и объем проведения осмотров распределительных устройств напряжением выше 1000В.
58. Опишите порядок проведения технического обслуживания разъединителей, отделителей и короткозамыкателей.
59. Как проводится обслуживание комплектных распределительных устройств напряжением выше 1000В.
60. Раскройте сроки, объем и нормы испытаний распределительных устройств напряжением выше 1000В.
61. Опишите порядок эксплуатации потребительских подстанций.
62. Опишите виды, объем и сроки планово-предупредительных ремонтов распределительных устройств напряжением выше 1000В.
63. Как проводится подготовка к ремонту и его организация в распределительных устройствах напряжением выше 1000В.
64. Изложите характерные неисправности оборудования распределительных устройств напряжением выше 1000В, опишите порядок их устранения.
65. Опишите порядок испытания коммутационных аппаратов напряжением выше 1000В после ремонта.
66. Как проводится ремонт и испытание комплектных распределительных устройств напряжением выше 1000В.
67. Опишите как рассчитывается ущерб от перерывов в электроснабжении, назовите основные виды ущербов.
68. Назовите пути повышения надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. Дайте характеристику категориям надежности в соответствии с правилами ПУЭ-86.
69. Как классифицируются аварии в действующих электроустановках? Опишите порядок их предупреждение и устранение.
70. Изложите порядок учета и расследования всех нарушений нормальной работы электрооборудования согласно ППРЭС.х.
71. Назовите пути повышения коэффициента мощности у электроприемников. Почему снижается  $\cos \varphi$  электродвигателя, если он работает с нагрузкой ниже номинальной.



72. Как можно увеличить экономию электроэнергии при эксплуатации электрооборудования?
73. Где возникают потери электроэнергии в электросетях и установках? Назовите пути их минимизации.
74. Для чего применяются компенсирующие устройства? Опишите порядок расчета и выбора.
75. В какие сроки и как проводятся осмотры, технические обслуживания и текущие ремонты конденсаторных установок?
76. Проведите анализ причин потерь электроэнергии в электроустановках, где вы работаете, и опишите основные мероприятия, направленные на уменьшение потерь электроэнергии.
77. Дайте характеристику погрешности измерений сопротивления изоляции различными мегомметрами.
78. Приведите средства измерений и вспомогательные устройства применяемые при измерении сопротивления изоляции.
79. Опишите требования техники безопасности при измерении сопротивления изоляции.
80. Опишите порядок проведения измерений сопротивления изоляции различными типами мегомметров, приведите акт измерения.
81. Приведите средства измерений и вспомогательные устройства применяемые при проверке цепи «Фаза-нуль», опишите метод измерения.
82. Опишите требования к квалификации персонала и требования безопасности, охраны окружающей при проверке цепи «Фаза-нуль».
83. Опишите порядок проведения проверки цепи «Фаза-нуль» прибором ЭКО200, приведите протокол измерения.
84. Как осуществляется периодический контроль исправности УВЭП и проверка достаточности естественного выравнивания электрических потенциалов?
85. Приведите средства измерений и вспомогательные устройства применяемые при испытаниях УВЭП.
86. Опишите метод контроля исправности УВЭП.
87. Опишите порядок контроля исправности УВЭП прибором ЭКО200, приведите протокол измерения.
88. Раскройте объем и нормы приемо-сдаточных испытаний при вводе в эксплуатацию установок для повышения коэффициента мощности.

## **7. Методические рекомендации по выполнению практических заданий контрольной работы №2.**

### **Практическое задание №1.**

**Тема:** ПЕРЕРАСЧЕТ ОБМОТОЧНЫХ ДАННЫХ КАТУШЕК МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ НА ДРУГОЕ НАПРЯЖЕНИЕ.

**Цель:** НАУЧИТЬ ПЕРЕРАСЧИТЫВАТЬ ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ КАТУШЕК МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ НА ДРУГОЕ НАПРЯЖЕНИЕ.

### **Последовательность выполнения работы.**

1. Ознакомьтесь с содержанием задания.
2. Повторите учебный материал.



3. Установите вариант учебного задания, согласно таблицы 13.
4. Запишите условие практического задания (задача 1).
5. Из таблицы 14 (согласно учебного задания), запишите исходные данные для решения задачи.
6. Выполните расчет согласно методических указаний по работе.

### Методические указания по выполнению практического задания.

Часто в практике случаются случаи, когда катушки магнитных пускателей рассчитаны на напряжение питания, которое отличается от требуемого, тогда необходимо произвести правильно перерасчет катушки на требуемое напряжение, а затем произвести ее перемотку.

#### Пересчёт катушки с одного напряжения питания на другое.

1. Определяем число витков новой катушки:

$$W_{\text{нов}} = W_{\text{ст}} \cdot \frac{U_{\text{нов}}}{U_{\text{ст}}}$$

где **W<sub>ст</sub>**- первоначальное число витков при напряжении **U<sub>1</sub>**, шт;  
**W<sub>нов</sub>**- число витков после перемотки на напряжение **U<sub>2</sub>**, шт;  
**U<sub>ст</sub>**- старое напряжение питания катушки, В;  
**U<sub>нов</sub>** - новое напряжение питания катушки, В;

2. Определяем диаметр проволоки новой катушки:

$$d_{\text{нов}} = d_{\text{ст}} \sqrt{\frac{U_{\text{ст}}}{U_{\text{нов}}}};$$

где **d<sub>ст</sub>** и **d<sub>нов</sub>**- диаметр провода, соответственно до и после перемотки.

3. В зависимости от марки провода выбираем ближайший стандартный диаметр /1/
4. Составляем таблицу с паспортными данными рассчитанного пускателя (образец см. рисунок 6).

220В 50Гц 220В 50Гц 220В
ПМЕ-211
~50Гц 220В
2600 витков
ПЭВ-2 Ø 0,27мм

Рисунок 6 - Пример таблички паспортных данных магнитного пускателя

**Задача №1.**

Произвести перерасчёт обмоточных данных катушек магнитного пускателя на другое напряжение. Исходные данные приведены в таблице 14.

Таблица 14- Данные для пересчёта катушек пускателей на другое напряжение

№ варианта	Напряжение;		Марка пускателя	Режим работы	Диаметр провода	Число витков	Марка провода
	новое, В.	старое, В.					
а	12	220	ПМЕ200	S1-100%	0,27	2130	ПЭВ-2
б	24	220	ПМА	S2-40%	0,27	2600	МС-32
в	36	380	ПМЛ-211	S2-40%	0,13	4700	ПЭВ-2
г	110	220	КМ1091	S1-100%	0,14	4100	ПЕТ-1
д	220	380	ДК-33	S2-40%	0,19	4500	ПЭТВ
ж	380	220	Siemens 803	S1-100%	0,2	3000	ПЭТВ-2
з	12	220	К-3-1	S2-40%	0,224	2840	ПЭТВ
и	24	220	St-24	S1-100%	0,14	4400	ПЭВ-2
к	36	220	КМ1091	S2-40%	0,27	2130	ПЭВ-2
л	110	220	ПМЛ-211	S1-100%	0,27	2600	ПЭВ-2
м	220	380	ПМЕ200	S1-100%	0,13	5200	ПЭТВ
н	380	220	ПМ-12	S2-40%	0,2	2700	ПЭВ-2
о	12	220	КМ1091	S1-100%	0,09	9000	ПЭВ-2
п	24	380	Siemens 803	S2-40%	0,27	2130	ПЭВ-2
р	110	220	St-24	S2-40%	0,19	4500	ПЕТ-1

**Практическое задание №2.**

**Тема:** ПЕРЕРАСЧЕТ ОБМОТОЧНЫХ ДАННЫХ И РАСЧЕТ КАТУШЕК МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ ПО РАЗМЕРАМ МАГНИТОПРОВОДА.

**Цель:** НАУЧИТЬ ПЕРЕРАСЧИТЫВАТЬ ОБМОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ КАТУШЕК МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ ПО РАЗМЕРАМ МАГНИТОПРОВОДА.

**Последовательность выполнения работы.**

1. Ознакомьтесь с содержанием задания.
2. Повторите учебный материал.
3. Установите вариант учебного задания, согласно таблицы 13.
4. Запишите условие практического задания (задача 2).
5. Из таблицы 14, 15 (согласно учебного задания), запишите исходные данные для решения задачи.
6. Выполните расчет согласно методических указаний по работе.

**Методические указания по выполнению практического задания.**

Часто в практике случаются случаи, при перегорании катушки изоляция темнеет и выгорает, следовательно паспортные данные находящиеся на ней уничтожаются и при перемотке приходится определять паспортные данные по размерам магнитопровода.

**Способ 1. Расчет паспортных данных пускателей по габаритным размерам магнитопровода.**

1. Определяем площадь магнитопровода:

$$S_{\text{серд}} = a \cdot b, \text{ см}^2$$



2. Определяем диаметр провода:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}; \text{ мм}$$

$$d_1 = K_3 \cdot \sqrt{I}, \text{ мм}$$

где  $K_3$  - коэффициент запаса:

$K_3=0,8$  - повторно-кратковременный режим работы;

$K_3=1,1$  - длительный режим.

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot I}{\pi \cdot i}}, \text{ мм}$$

где  $i$  - плотность тока, А/мм<sup>2</sup>,

$i=6$  - длительный режим,

$i=10$  - кратковременный режим.

3. Определяем количество витков на 1 вольт:

$$W_0 = \frac{K_3}{S}; \text{ вит.}$$

где  $K_3 = 50$  - при кратковременном режиме;

$K_3 = 80$  - при длительном режиме.

4. Определяем число витков:

$$W = W_0 \cdot U, \text{ шт}$$

где  $U$  - напряжение сети, В

**Способ II. - Расчет паспортных данных пускателей по графикам.**

1. Определяем число витков на один вольт напряжения по графику в зависимости от сечения магнитопровода /1/

$$W_0 =$$

2. Находим общее число витков обмотки:

$$W = W_0 \cdot U, \text{ шт.}$$

3. Находим площадь окна магнитопровода:

$$S_o = K_3 \cdot I \cdot h, \text{ мм.}$$

4. Находим коэффициент заполнения по графику /1/

$$K_3 =$$



5. Находим площадь занимаемую обмоткой:

$$S_{обм} = Kз \cdot S_0, \text{ мм.}$$

6. Определяем число витков на 1 мм<sup>2</sup> этой площади:

$$W_0^I = \frac{W}{S_{обм}}; \text{ вит}$$

7. По графику находим диаметр провода /1/

Задача №2.1.

Определить паспортные данные катушек магнитных пускателей по габаритным размерам магнитопровода.

Исходные данные приведены в таблице 15.

Таблица 15- Данные для пересчёта катушек пускателей на другое напряжение

№ варианта	Напряжение, В	Режим работы	Размеры магнитопровода	
			а, мм	в, мм
а	220	S1-100%	21	18
б	220	S2-40%	15	13
в	380	S2-40%	25	21
г	220	S1-100%	13	12
д	380	S2-40%	19	17
ж	220	S1-100%	12	10
з	220	S2-40%	21	18
и	220	S1-100%	15	13
к	220	S2-40%	25	21
л	220	S1-100%	13	12
м	380	S1-100%	19	17
н	220	S2-40%	12	10
о	220	S1-100%	25	23
п	380	S2-40%	29	25
р	220	S2-40%	15	14

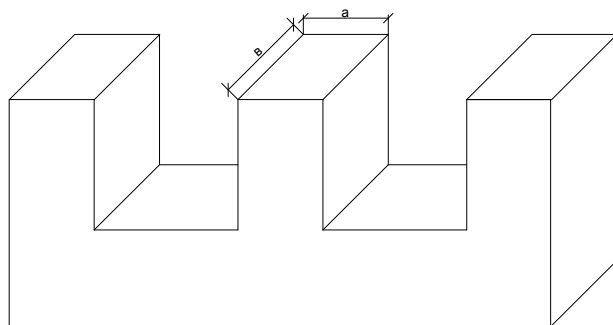


Рисунок 7 – Габаритные размеры сечения магнитопровода магнитного пускателя.  
(заочное отделение)



## Задача №2.2.

Определить паспортные данные катушек магнитных пускателей по графикам.

Исходные данные приведены в таблице 16.

Таблица 16- Данные для пересчёта катушек пускателей на другое напряжение

№ варианта	Напряжение, В	Режим работы	Размеры магнитопровода		Размеры окна магнитопровода	
			а, мм	в, мм	l <sub>0</sub> , мм	h <sub>0</sub> , мм
а	220	S1-100%	21	18	35	12
б	220	S2-40%	15	13	40	20
в	380	S2-40%	25	21	25	10
г	220	S1-100%	13	12	20	9
д	380	S2-40%	19	17	34	11
ж	220	S1-100%	12	10	15	7
з	220	S2-40%	21	18	35	12
и	220	S1-100%	15	13	40	20
к	220	S2-40%	25	21	25	10
л	220	S1-100%	13	12	20	9
м	380	S1-100%	19	17	34	11
н	220	S2-40%	12	10	15	7
о	220	S1-100%	25	23	25	10
п	380	S2-40%	29	25	27	13
р	220	S2-40%	15	14	10	6

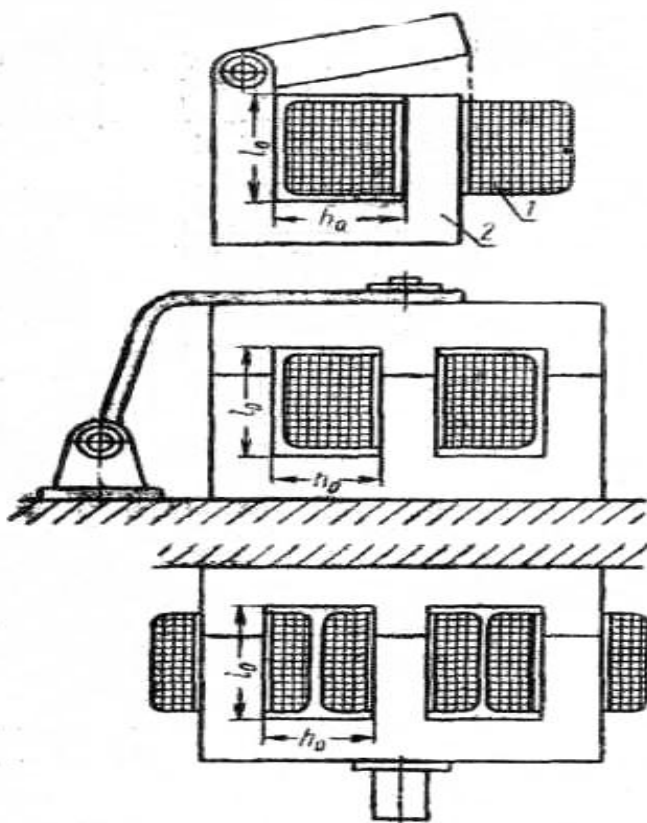


Рисунок 8 –Габаритные размеры окна магнитопровода магнитного пускателя





## **8.Рекомендуемая литература**

### **Основная**

1. Павлович С.Н., Фираго Б.И. Ремонт и обслуживание электрооборудования. –Мн.: Выш. шк., 2005. – 245 с.
2. Янукович Г.И. Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственного электрооборудования. – Мн.: Ураджай, 2000. – 397 с.
3. Куценко Г.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт электроустановок. – Мн.: Дизайн ПРО, 2003. – 272 с.
4. Куценко Г.Ф. Монтаж, эксплуатация и ремонт установок электроснабжения. – Мн.: Дизайн ПРО, 2003. – 240 с.
5. Таран В.П. и др. Справочник по эксплуатации электроустановок – М.: Колос, 1983. – 221с.
6. Мусоэлян Э.С. Наладка и испытание электрооборудования электростанций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 503 с.
7. Пястолов А.А., Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования. – М.: Агропромиздат, 1990. – 287с.
8. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование.-3-е изд., перераб. и доп.-М.: Агропромиздат, 1990.-351с.
9. Пястолов А.А. и др. Эксплуатация и ремонт электроустановок. – М.: Колос, 1984. 271с.

### **Дополнительная**

1. ТКП 339-2011 «Электроустановки до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий» - Минск: Минэнерго, 2011. – 592 с.
2. ТКП 181-2009 «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» – Минск: Минэнерго, 2009 – 323 с.
3. ТКП 538-2014 «Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током» – Минск: Минсельхозпрод, 2014 – 43 с.
4. Сердешнов А.П., Янукович Г.И. Техобслуживание и ремонт электрооборудования в с/х: Справочник. –Мн.: Ураджай, 1993. – 176с.
5. Сырых Н.Н. Эксплуатация сельских установок – М.: Агропромиздат, 1986. – 255с.
6. Величко В.И., Готовцев Б.Н. Техническое обслуживание средств электромеханизации в животноводстве. – М.: Россельхозиздат, 1986 – 288 с.
7. Сердешнов А.П., Янукович Г.И. Планирование эксплуатации с/х электрооборудования. – М.: Ураджай, 1992. – 87с.