

МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ СВЕРДЛОВСКОЙ  
ОБЛАСТИ «КАМЫШЛОВСКИЙ ТЕХНИКУМ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И  
ТРАНСПОРТА»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**по выполнению практических и лабораторных работ**  
**ПМ.01. «Организация технического обслуживания и ремонта**  
**электрического и электромеханического оборудования»**  
**МДК- 01.03 «Электрическое и электромеханическое оборудование»**  
**для студентов специальности**  
**13.02.11. «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и**  
**электромеханического оборудования»**

Составил:  
Мухтаров ИФ  
Мастер ПО.

Камышлов  
2015

### ***АННОТАЦИЯ***

Методические рекомендации по выполнению практических и лабораторных работ ПМ.01. «Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования» МДК 01.03 «Электрическое и электромеханическое оборудование» предназначены для студентов второго курса очного и заочного обучения по специальности 13.02.11. «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования».

## Введение

Специалисты, занимающиеся эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом электрического и электромеханического оборудования, должны быть хорошо знакомы с механическим оборудованием, технологией, понимать электрическую схему работы того или иного механизма. Всё это требует от инженерно-технического персонала изучения теоретических основ электропривода, управления электроприводами, а также специальных курсов, одним из которых является «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования».

В программе междисциплинарного курса «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования» рассматриваются вопросы электрооборудования подъёмных кранов, подъёмников, механизмов непрерывного транспорта, насосов и вентиляторов. Отдельную тему составляют механизмы бытовой техники.

Учебно-методический комплекс разработан в соответствии с рабочей учебной программой междисциплинарного курса «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования», которая является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования и составлен на основе Примерной программы междисциплинарного курса Электрические машины и аппараты - ПМ 01 «Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования».

Междисциплинарный курс «Основы технической эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования» входит в профессиональный модуль основной профессиональной образовательной программы «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования».

В результате выполнения контрольных заданий, лабораторных работ и изу-

чения теоретической части дисциплины студент должен

**уметь:** осуществлять коммутацию в электроустановках по принципиальным схемам;

- читать и выполнять рабочие чертежи электроустановок;

- контролировать режимы работы электроустановок;

**знать: основные** законы электротехники;

- классификацию кабельных изделий, их область применения;

## **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

### **ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

Практические работы по ПМ 01. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования МДК01.03 Электрическое и электромеханическое оборудование проводятся в лекционной аудитории.

Перед выполнением практических работ студент должен строго выполнить весь объем домашней подготовки; знать, что выполнению каждой работы предшествует проверка готовности студента.

При выполнении работ студент должен самостоятельно изучить методические рекомендации по проведению конкретной работы; выполнить соответствующие расчеты; пользоваться справочной и технической литературой; подготовить ответы на контрольные вопросы.

Изучая теоретическое обоснование, студент должен иметь в виду, что основной целью изучения теории является умение применить ее на практике для решения практических задач.

При решении задач рекомендуется сначала наметить ход решения. В случае простых задач рекомендуется сначала найти решение в общем виде, лишь в конце поставив числовые значения. В случае задач с большим вычислением рекомендуется после того, как намечен ход решения, подставлять числовые значения и проводить вычисления в промежуточных формулах.

После выполнения работы студент должен представить отчет о проделанной работе с полученными результатами и выводами и устно ее защитить. Отчеты по практическим работам выполняются в отдельной тетради в клетку. Необходимо оставлять поля шириной 25-30 мм для замечаний преподавателя.

Все схемы и рисунки, сопровождающие выполнение практических работ, выполняются карандашом в соответствии с требованиями ГОСТ.

Дифференцированный зачет выставляется по итогам выполнения и защиты каждой практической работы. При отсутствии студента по неуважительным причинам студент выполняет работу самостоятельно, в свое личное время и защищает на консультации по указанию преподавателя.

Неаккуратное выполнение практической работы, несоблюдение принятых правил и плохое оформление чертежей и схем могут послужить причиной возвращения работы для доработки.

**Тема: Электрическое освещение**  
**Расчёт электрического освещения**

**Цель работы:** Изучить методику расчета освещенности применительно к производственным помещениям. Научится пользоваться справочной литературой при выборе светильников и источников света.

**Исходные данные:**

Тип помещения – механическая лаборатория

Условия среды – нормальные

Размеры помещения – А (длина) 18 м, В (ширина) 15 м, Н (высота) 3,8 м

Высота рабочей поверхности от пола:  $h_p=0,8$  м

Освещенность –  $E_H=150$  Лк

**1.1 Ход работы:**

Необходимо учитывать, что для помещений класса В-1, В-1а, В-2 следует применять светильники только с лампами накаливания.

1.1.1 В рассчитываемом помещении зрительная работа связана с общим наблюдением за ходом технологического процесса, показаниями приборов, мнемосхемой, выполнением ремонтно-наладочных работ.

Принимаем, что фон в помещении светлый, контраст объекта с фоном средний. По таблице 1 выбираем разряд помещения,  $E_H$ , показатель ослепленности, коэффициент пульсации, коэффициент запаса  $K_3$ .

1.1.2 Технологическое оборудование расположено равномерно по площади помещения. Выбираем равную общую систему освещения.

1.1.3 Учитывая, что в помещении выполняется зрительная работа средней точности, различения цветов не требуется и высота менее 6 метров, принимаем в качестве источника лампу накаливания.

1.1.4 С учетом требований к светораспределению, условий среды, экономичности, выбрали светильник.

Таблица 1.1 Данные светильника

Тип	Мощность	Степень защиты	КСС	КПД, %	Способ монтажа
НСП 22	500	IP63	Г-1	67	На крюк

1.1.5 Задаёмся расстоянием светильника от перекрытия  $h_c=0,3$  м.

1.1.6 Определили расчетную высоту светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - (h_p + h_c)$$

$$h = 3,8 - (0,3 + 0,8) = 2,7\text{ м}$$

1.1.7 Учитывая, что  $L/h=0,8...1,2$  определяем L– возможные расстояния между светильниками:

$$L = (0,8 \div 1,2) h$$

$$L = 1,2 \cdot 2,7 = 3,24\text{ м}$$

1.1.8 Принимаем расположение светильников по вершинам квадратов  $L=3,24$  м.

1.1.9 Возможные расстояния от крайних светильников до стен:

$$C = (0,3 \div 0,5) L$$

$$C = 0,5 \cdot 3,24 = 1,62 \text{ м}$$

1.1.10 Определяем количество светильников по длине помещения:

$$n_A = \frac{A - 2C}{L}$$

$$n_A = \frac{18 - 3,24}{3,24} = 5 \text{ шт}$$

1.1.11 Определяем количество светильников по ширине помещения:

$$n_B = \frac{B - 2C}{L}$$

$$n_B = \frac{15 - 3,24}{3,24} = 4 \text{ шт}$$

1.1.12 Общее количество светильников:

$$N = n_A \cdot n_B = 5 \cdot 4 = 20 \text{ шт}$$

1.1.13 Задаваясь масштабом выполняем план расположения светильников  $M_1$ .

1.1.14 Расчет электрического освещения по методу коэффициента светового потока.

1.2 Выбираем коэффициенты отражений поверхностей потолка  $r_n=70\%$ ,  $r_c=50\%$  и рабочей поверхности  $r_p=30\%$

1.2.1 Определяем индекс помещения:

$$i = \frac{AB}{h \cdot (A + B)}$$

$$i = \frac{18 \cdot 15}{(18 + 15) \cdot 2,7} = 3$$

1.2.2 По таблице находим коэффициент использования светового потока  $h=0,56$

1.2.3 Определяем световой поток одной лампы:

$$\Phi_{\text{расч}} = \frac{K_z \cdot E_n \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{1,3 \cdot 150 \cdot 270 \cdot 1,5}{20 \cdot 0,56} = 705 \text{ лм}$$

1.2.4 Определяем допустимый предел светового потока для выбора лампы:

$$\Phi_{\text{доп}} = 0,9 \cdot 705 = 634,5 \text{ лм}$$

$$\Phi_{\text{доп}} = 1,2 \cdot 705 = 846 \text{ лм}$$

1.2.5 По справочнику выбрали лампу накаливания.

Таблица 1.2 Данные выбранной лампы

Тип лампы	Световой поток, Лм	Диаметр колбы, мм	Длина, мм	Длина, мм
Г200/500	8300	112	240	80

1.2.6 Определяем фактическую освещенность:

$$E_{\text{фак}} = \frac{E_n \cdot \Phi_l}{\Phi_{\text{расч}}} = \frac{150 \cdot 8300}{7051} = 176 \text{лк}$$

1.2.7 Мощность осветительной установки:

$$P_{\text{осв}} = N \cdot P_l = 20 \cdot 500 = 10000 \text{Вт}$$

**Вывод:** Изучили методику расчёта освещения производственного помещения.

**Тема: Электрическое оборудование для нанесения покрытий.**

**Практическая работа на тему:** Электродуговая и газопламенная сварка и наплавка.

**Цель работы:**

1. Изучить технологию проведения ручной электродуговой сварки и наплавки.
2. Изучить газопламенную сварку и наплавку.
3. Автоматическая наплавка в среде защитных газов.
4. Плазменное – дуговая сварка и наплавка.
5. Металлизация.
6. Восстановление деталей электроконтактной приваркой. Металлического слоя. Сварка трещин.

**Ход работы**

4.1. Пользуясь учебными материалами, находящимися в лаборатории (плакаты, диафильмы, учебные пособия) изучить восстановление деталей сваркой и наплавкой, и другими специальными методами.

4.2. Составить отчет в письменном виде и сдать преподавателю.

**5. Содержание отчета.**

5.1. Отразить виды восстановления электродуговой сваркой, газовой сваркой и наплавкой.

5.2. Изучить газопламенную сварку и наплавку.

5.3. Ознакомится с контрольными вопросами и дать полный ответ (устно).

**Контрольные вопросы.**

1. Как выбрать электроды, придаточные материалы и режим для сварки или наплавки стальных деталей?
2. Как сваривать и наплавлять деталь, чтобы деформация их была
3. Каковы особенности сварки чугуновых деталей?

4. Каковы общие правила холодной и горячей сварки чугуна?
5. Каковы особенности и технология сварки алюминиевых деталей?
6. Какова сущность электродуговой сварки под слоем флюса и какие электродные материалы, флюсы и режим наплавки применяют при этом?
7. Сущность вибродуговой наплавки.
8. В чем сущность и как осуществляется электроконтактная приварка проволоки (ленты) и напекания металлических порошков?
9. В чем сущность процесса плазменной наплавки?

## **Тема: Назначение область применения классификация устройство и рабочий процесс трансформаторов**

### **Лабораторная работа**

#### **Изучение устройства и принципа работы трансформатора и измерение его коэффициента трансформации**

##### **Оборудование:**

- 1) трансформатор лабораторный;
- 2) ампервольтметр АВО-63;
- 4) ключ замыкания тока;
- 5) комплект проводов соединительных.

##### **Содержание и метод выполнения работы**

Трансформатор преобразует переменный ток одного напряжения при неизменной частоте. Он состоит из замкнутого сердечника, изготовленного из специальной листовой трансформаторной, стали, на котором располагаются две катушки (их называют обмотками) с разным числом витков из медной проволоки.

Одна из обмоток, называется первичной, подключается к источнику переменного напряжения. Устройства, потребляющие электроэнергию, подключаются к вторичной обмотке, их может быть несколько.

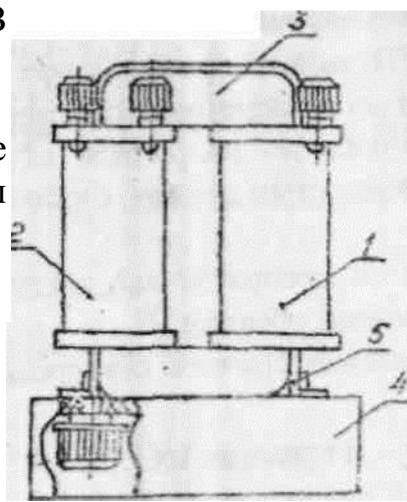
При выполнении работы следует изучить устройство трансформатора, включить его в сеть переменного тока (36 В). В режиме холостого хода измерить напряжение на обмотках и вычислить коэффициент трансформации, а при работе трансформатора «под нагрузкой» установить связь между токами и напряжением в обмотках.

Для выполнения работы применяются лабораторный разборный трансформатор, рассчитанный на включение в сеть переменного напряжения 36 В частотой 50 Гц.

Трансформатор сердечника.

половин, которые помощью скобы

- 1, 2 – катушки;
- 3 - магнитопровод;
- 4 – основания;



состоит из двух катушек и Сердечник состоит из двух вставляются в катушку и с закрепляют на основании.

## Ход работы

### Задание № 1

#### *Изучение устройства трансформатора*

1. Рассмотрите устройство трансформатора. Определите первичную обметку (клеммы с надписью: 36 или 42 В) и две вторичных клеммы 2,2 В и 4,4 В)
2. Начертите электрическую схему трансформатора.
3. Разберите трансформатор. Для этого поверните его основанием вверх и открутите две гайки крепления скобы. Выньте сердечник и рассмотрите его устройство.
4. Соберите трансформатор. Для этого вставьте сердечник со скобой в катушки. Установите трансформатор на основание и закрепите его гайками.

### Задание № 2

#### *Измерение коэффициента трансформатора*

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

№ опыта	$U_1, В$	$U_2, В$	$U_3, В$	$K_1$	$K_2$

2. Подсоедините трансформатор к сети переменного напряжения (36 или 42 В) и замкните цепь.
3. Переключите ампервольтметр на измерение переменного напряжения (50 В)  $I_1$  измерьте напряжение на первичной обмотке  $U_1$ .
4. Переключите ампервольтметр на измерение переменного напряжения (предел 10 В) и измерьте напряжение на вторичных обмотках  $U_2$  и  $U_3$ . Результаты измерений запишите в таблицу.
5. Вычислите коэффициенты трансформации  $K_1$  и  $K_2$ . Результаты вычислений запишите в таблицу.
6. Вычислите относительную погрешность измерений по формуле

$$\delta = \frac{\Delta K}{K_1} = \frac{\Delta U_1}{U_1} + \frac{\Delta U_2}{U_2}$$

где  $\Delta U_1$  и  $\Delta U_2$  — абсолютные погрешности измерений напряжений

### **Контрольные вопросы**

1. Какой трансформатор называют повышающим, а какой понижающим?
2. Изменяет ли трансформатор частоту преобразуемого переменного тока?
3. Почему сердечник трансформатора собирают из отдельных пластин?
4. Почему мощность, потребляемая от вторичной обмотки, меньше мощности, подводимой к первичной обмотке?

**Тема: Потеря и коэффициент полезного действия. Уравнения напряжений, электродвижущих магнитодвижущих сил токов**

**Практическая работа;** исследование потерь мощности в трансформаторе.

**Цель:** изучить потери мощности и основные параметры.

1. Опишите коэффициент полезного действия трансформатора.
2. Опишите потери мощности при работе трансформатора и привести поясняющий эскиз.
3. Объясните номинальную мощность трансформатора.

**Ход работы:**

1 Коэффициент полезного действия трансформатора можно определить в соответствии с формулой:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_1 + P_{\Sigma} + P_M}$$

Коэффициент полезного действия современных трансформаторов, особенно повышенной мощности, весьма высок, достигает значений 0,95 - 0,996, и процентная разница величин  $P_2$  и  $P_1$  сравнима с погрешностью измерительных приборов, используемых для измерения мощностей  $P_2$ ,  $P_1$  и мощностей потерь. Поэтому определение КПД трансформатора рекомендуется проводить расчетным путем, пользуясь паспортными данными трансформатора.

Рассмотрим каждую из составляющих мощности  $P_1$  в отдельности:

$$P_1 = P_2 + P_{\text{эл}} + P_M$$

Активная мощность нагрузки на вторичной стороне может быть определена по формуле:

$$P_2 = I_2 U_2 \cos \varphi_2 = \beta S_{\text{ном}} \cos \varphi_2$$

Подставляя полученные выражения для составляющих мощностей трансформатора в исходную формулу для КПД, окончательно получим:

$$\eta = \frac{\beta \cdot S_{\text{ном}} \cos \varphi_2}{\beta \cdot S_{\text{ном}} \cos \varphi + P_0 + \beta^2 P_{\text{ном}}}$$

Выведенное уравнение определяет зависимость КПД трансформатора  $\eta$  от коэффициента нагрузки  $\beta$ . При отсутствии нагрузки ( $\beta = 0$ ) КПД также равен нулю, так как в режиме холостого хода сохраняются неизменными лишь потери в сердечнике. При очень большой нагрузке ( $\beta = \infty$ ) КПД стремится к нулю, так как потери в обмотках растут пропорционально квадратам токов. Следовательно, функция  $\eta = f(\beta)$  имеет максимум, который нетрудно определить, решив уравнение:

$$\frac{\partial \eta(\beta)}{\partial \beta} = 0$$

откуда

$$\beta_0 = \sqrt{\frac{P_{0ном}}{P_{гном}}}$$

КПД трансформатора достигает максимального значения, когда

$$\beta^2 P_{кном} = P_{0ном},$$

т.е. когда постоянные потери в стали ( $P_{0ном} = \text{const}$ ) становятся равными переменным потерям в меди

$$P_{эл} = P_{кном}.$$

Для силовых трансформаторов отношение  $P_0 / P_k$  имеет порядок 0,3 - 0,5, и коэффициент  $\beta_0$ , соответствующий максимуму КПД, выбирается именно равным 0,5 - 0,7, так как в условиях эксплуатации, когда нагрузка непрерывно колеблется, среднее значение мощности, проходящей через трансформатор, составляет (0,5 - 0,7)  $P_{ном}$ .

При повышении номинальной мощности трансформатора потери в нем растут почти пропорционально четвертой степени линейных размеров, а поверхность охлаждения - пропорционально кубу их.

У трансформаторов номинальной мощности порядка десятков тысяч кВА каждая сотая доля процента КПД соответствует нескольким киловаттам тепловой энергии, выделяющимся внутри бака. Так, например, в трансформаторе мощностью  $S_{ном} = 40000$  кВА при полной нагрузке выделяется такое же количество тепла, как и при работе 1000 бытовых электроплиток(!). Поскольку трансформаторы средней и большой мощности играют в настоящее время основную роль в энергоснабжении предприятий и населения, то, как

видно, эффективное решение проблем отвода тепла и снижения потерь является весьма важным для экономики.

При нагрузке трансформатора источниками тепла являются сердечник и обмотки. В установившемся режиме работы образуется конвекционный поток теплого воздуха, направленный от

внутренних частей к наружным, которые соприкасаются с окружающей средой.

В мощных силовых трансформаторах сердечник с обмотками погружается в бак с минеральным маслом. В баке устанавливается конвекционный процесс передачи тепла маслом от сильно нагретых частей к стенкам.

При небольших мощностях (до 25 кВА) не требуется особых охлаждающих устройств, поэтому трансформаторы помещают в гладкие баки, теплоотдача происходит через их стенки. В более мощных трансформаторах для увеличения охлаждающей поверхности применяют трубчатые баки. В трансформаторах большой мощности (более 1800 кВА) трубы объединяют группами в специальные радиаторы. Применяют также искусственное водомасляное и воздушно-масляное охлаждение, обдув радиаторов специальными вентиляторами.

Следует отметить, что у мощных трансформаторов максимум КПД выражен сравнительно слабо, т.е. он сохраняет достаточно высокое значение в довольно широком диапазоне изменения нагрузки ( $0,4 < \beta < 1,5$ ). При уменьшении  $\cos \varphi_2$  КПД снижается, так как возрастают токи  $I_1$  и  $I_2$ , при которых трансформатор будет иметь заданную мощность.

2 Основными характеристиками трансформатора являются прежде всего напряжение обмоток и передаваемая трансформатором мощность. Передача мощности от одной обмотки к другой происходит электромагнитным путем, при этом часть мощности, поступающей к трансформатору из питающей электрической сети, теряется в трансформаторе. Потерянную часть мощности называют потерями.

При передаче мощности через трансформатор напряжение на вторичных обмотках изменяется при изменении нагрузки за счет падения напряжения в трансформаторе, которое определяется сопротивлением короткого замыкания. Потери мощности в трансформаторе и напряжение короткого замыкания также являются важными характеристиками. Они определяют экономичность работы трансформатора и режим работы электрической сети.

Потери мощности в трансформаторе являются одной из основных характеристик экономичности конструкции трансформатора. Полные нормированные потери состоят из потерь холостого хода (ХХ) и потерь короткого замыкания (КЗ). При холостом ходе (нагрузка не присоединена), когда ток протекает только по обмотке, присоединенной к источнику питания, а в других обмотках тока нет, мощность, потребляемая от сети, расходуется на создание магнитного потока холостого хода, т.е. на намагничивание магнитопровода, состоящего из листов трансформаторной стали.

При изменении тока от максимума до нуля сталь размагничивается, магнитная индукция уменьшается, но с некоторым запаздыванием, т.е. размагничивание задерживается (при достижении нулевого значения тока

индукция не равна нулю точка  $N$ ). Задерживание в перемагничивании является следствием сопротивления стали переориентировке элементарных магнитов.

Кривая намагничивания при перемене направления тока образует так называемую петлю гистерезиса, которая различна для каждого сорта стали и зависит от максимальной магнитной индукции  $B_{max}$ . Площадь, охватываемая петлей, соответствует мощности, затрачиваемой на намагничивание. Так как при перемагничивании сталь нагревается, электрическая энергия, подводимая к трансформатору, преобразуется в тепловую и рассеивается в окружающее пространство, т.е. безвозвратно теряется. В этом физически и заключаются потери мощности на перемагничивание.

Кроме потерь на гистерезис при протекании магнитного потока по магнитопроводу возникают потери на вихревые токи. Как известно, магнитный поток индуцирует электродвижущую силу (ЭДС), создающую ток не только в обмотке, находящейся на стержне магнитопровода, но и в самом его металле. Вихревые токи протекают по замкнутому контуру (вихревое движение) в месте стали в направлении, перпендикулярном направлению магнитного потока. Для уменьшения вихревых токов магнитопровод собирают из отдельных изолированных листов стали. При этом чем тоньше лист, тем меньше элементарная ЭДС, меньше созданный ею вихревой ток, т.е. меньше потери мощности от вихревых токов. Эти потери тоже нагревают магнитопровод. Для уменьшения вихревых токов, потерь и нагревов увеличивают электрические машины стали путем введения в металл присадок.

В любом трансформаторе расход материалов должен быть оптимальным. При заданной индукции в магнитопроводе его габарит определяет мощность трансформатора. Поэтому стараются, чтобы в сечении стержня магнитопровода было как можно больше стали, т.е. при выбранном наружном размере коэффициент заполнения  $k_z$  должен быть наибольшим. Это достигается применением наиболее тонкого слоя изоляции между листами стали. В настоящее время применяется сталь с тонким жаростойким покрытием, наносимым в процессе изготовления стали и дающим возможность получить  $k_z = 0,950,96$ .

При изготовлении трансформатора вследствие различных технологических операций со сталью ее качество в готовой конструкции несколько ухудшается и потери в конструкции получаются примерно на 2550 % больше, чем в исходной стали до ее обработки (при применении рулонной стали и прессовки магнитопровода без шпилек).

3 Полезная мощность, на которую рассчитан трансформатор по условиям нагревания, т. е. мощность его вторичной обмотки при полной (номинальной) нагрузке называется номинальной мощностью трансформатора. Эта мощность выражается в единицах полной мощности — в вольт-амперах (ва) или киловольт-амперах (кВа). В ваттах или киловаттах выражается активная мощность трансформатора, т. е. та мощность, которая

может быть преобразована из электрической в механическую, тепловую, химическую, световую и т. д.

Сечения проводов обмоток и всех частей трансформатора, так же как и любого электротехнического аппарата или электрической машины, определяются не активной составляющей тока или активной мощностью, а полным током, протекающим по проводнику и, следовательно, полной мощностью. Все прочие величины, характеризующие работу трансформатора в условиях, на которые он рассчитан, также называются номинальными.

Каждый трансформатор снабжен щитком из материала, не подверженного атмосферным влияниям. Щиток прикреплен к баку трансформатора на видном месте и содержит его номинальные данные, которые нанесены травлением, гравировкой, выбиванием или другим способом, обеспечивающим долговечность знаков. На щитке трансформатора согласно ГОСТ 11677—65 указаны следующие данные:

1. Марка завода-изготовителя.
2. Год выпуска.
3. Заводской номер.
4. Обозначение типа.
5. Номер стандарта, которому соответствует изготовленный трансформатор.
6. Номинальная мощность (кВА). (Для трехобмоточных трансформаторов указывают мощность каждой обмотки.)
7. Номинальные напряжения и напряжения ответвлений обмоток (в или кВ).
8. Номинальные токи каждой обмотки (а).
9. Число фаз.
10. Частота тока (Гц)
11. Схема и группа соединения обмоток трансформатора.
12. Напряжение короткого замыкания (%)
13. Род установки (внутренняя или наружная).
14. Способ охлаждения.
15. Полная масса трансформатора (кг или г).
16. Масса масла (кг или г).
17. Масса активной части (кг или г).
18. Положения переключателя, обозначенные на его приводе.

Для трансформатора с искусственным воздушным охлаждением дополнительно указана мощность его при отключенном охлаждении. Заводской номер трансформатора выбит также на баке под щитком, на крышке около ввода ВН фазы Л и на левом конце верхней полки ярмовой балки магнитопровода.

Условное обозначение трансформатора состоит из буквенной и цифровой частей. Буквы означают следующее: Т — трехфазный трансформатор, О — однофазный, М — естественное масляное охлаждение, Д — масляное охлаждение с дутьем (искусственное воздушное и с естественной циркуляцией масла), Ц — масляное охлаждение с

принудительной циркуляцией масла через водяной охладитель, ДЦ — масляное с дутьем и принудительной циркуляцией масла, Г — грузоопорный трансформатор, Н в конце обозначения — трансформатор с регулированием напряжения под нагрузкой, Н на втором месте — заполненный негорючим жидким диэлектриком, Т на третьем месте — трехобмоточный трансформатор.

Первое число, стоящее после буквенного обозначения трансформатора, показывает номинальную мощность (кВА), второе число — номинальное напряжение обмотки ВН (кВ). Так, тип ТМ 6300/35 означает трехфазный двухобмоточный трансформатор с естественным масляным охлаждением мощностью 6300 кВА и напряжением обмотки ВН 35 кВ; тип ТЦТНГ — 63000/220 означает трехфазный трехобмоточный трансформатор с принудительной циркуляцией масла при масло-водяном охлаждении, с регулированием напряжения под нагрузкой, грозоупорный, мощностью 63000 кВА и напряжением обмотки ВН 220 кВ.

Буква А в обозначении типа трансформатора означает автотрансформатор. В обозначении трехобмоточных автотрансформаторов букву А ставят либо первой, либо последней. Если автотрансформаторная схема является основной (обмотки ВН и СН образуют автотрансформатор, а обмотка НН дополнительная), букву А ставят первой, если автотрансформаторная схема является дополнительной, букву А ставят последней.

**Вывод:** Я изучил потери мощности и основные параметры. Описал коэффициент полезного действия трансформатора. Описал потери мощности при работе трансформатора и привел поясняющий эскиз и объяснил номинальную мощность трансформатора.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какой трансформатор называют повышающим, а какой понижающим?
2. Изменяет ли трансформатор частоту преобразуемого переменного тока?
3. Почему сердечник трансформатора собирают из отдельных пластин?
4. Почему мощность, потребляемая от вторичной

**Тема: Электрооборудование и электрические схемы управления термическими установками**

**Устройство и принцип работы камерной электропечи периодического действия**

#### **Цель работы**

Изучить устройство и принцип работы камерной электрической печи сопротивления МПЛ-6. Научиться проводить термические операции в печи МПЛ-6.

#### **Оборудование и материалы**

Печь МПЛ-6, штангенциркуль, шлифовальная бумага, изделия или образцы из стали 45.

### **Краткое введение**

*Определение времени нагрева при закалке стальных деталей*

Общее время нагрева складывается из времени нагрева до заданной температуры ( $\tau_n$ ) и времени выдержки при этой температуре ( $\tau_v$ ). Величину  $\tau_n$  определяют нагревающая способность печи, форма и размеры детали, способ укладки в печи. Величину  $\tau_v$  определяют скорость фазовых превращений и дисперсность исходной структуры.

Нагрев обычно проводится в газовой среде (воздух, топочные газы) в расплавленных солях и металлах.

Время нагрева для углеродистых и малолегированных сталей можно определять пользуясь формулой

$$\tau_n = 0,1 \cdot D_1 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

(1)

где  $D_1$  – размерная характеристика: размер максимального сечения изделия в мм,  $K_1$  – коэффициент среды (при нагреве на воздухе или топочных газах  $K_1=2,0$ ; в расплавленных солях 1,0 и в расплавленных металлах 0,5),  $K_2$  – коэффициент формы (для шара – 1,0; цилиндра – 2,0; параллелепипеда – 2,5; пластины – 4,0),  $K_3$  – коэффициент равномерности нагрева (равномерный нагрев – 1,0; нагрев изделия, лежащего на поде печи – 1,5 и односторонний нагрев – 4,0).

Формула (1) в большей мере справедлива при нагреве до температуры 800-900°C. Необходимая температура закалки высоколегированных сталей может быть значительно выше этого интервала, кроме того, теплопроводность этих сталей значительно ниже, чем у углеродистых или малолегированных сталей и пользоваться формулой (1) в этом случае нельзя.

Время выдержки деталей  $\tau_v$  составляет 20-25% от времени нагрева  $\tau_n$ .

*Определение времени нагрева и выдержки при отпуске стальных деталей*

Время выдержки деталей в электропечах при отпуске и низкотемпературном отжиге ( $\tau_{н.о}$ ) зависит от температуры отпуска и определяется следующим образом:

$$\tau_{н.о} = 10 \text{ мин} + 1 \text{ мин на } 1 \text{ мм условной толщины}$$

*Устройство и основные конструктивные элементы печи МПЛ-6*

Камерная электрическая печь сопротивления МПЛ-6 предназначена для выполнения термических операций в интервале температур 20-1200°C. Она может использоваться для нагрева металлов и сплавов под закалку, отжига, отпуска, нормализации, спекания порошковых прессовок из металлических и полимерных порошков, предварительного отжига оксидных керамических порошков, выжигания шликера из керамических отливок.

Печь имеет прямоугольное рабочее пространство, стенки, свод и под которого выполнены из шамотных плит. На боковых стенках в продольных пазах размещены электрические нагревательные элементы сопротивления. Обработываемые изделия размещаются на плите пода.

Питание на электрические нагреватели подается от сети переменного тока 220 В через тиристорный блок, который управляется программным регулятором температуры. Таким образом, регулятор автоматически поддерживает заданный температурно-временной режим работы печи. Режим задается оператором в виде термической программы перед началом выполнения термической операции.

На рис.1 представлена электрическая схема электропечи МПЛ-6.

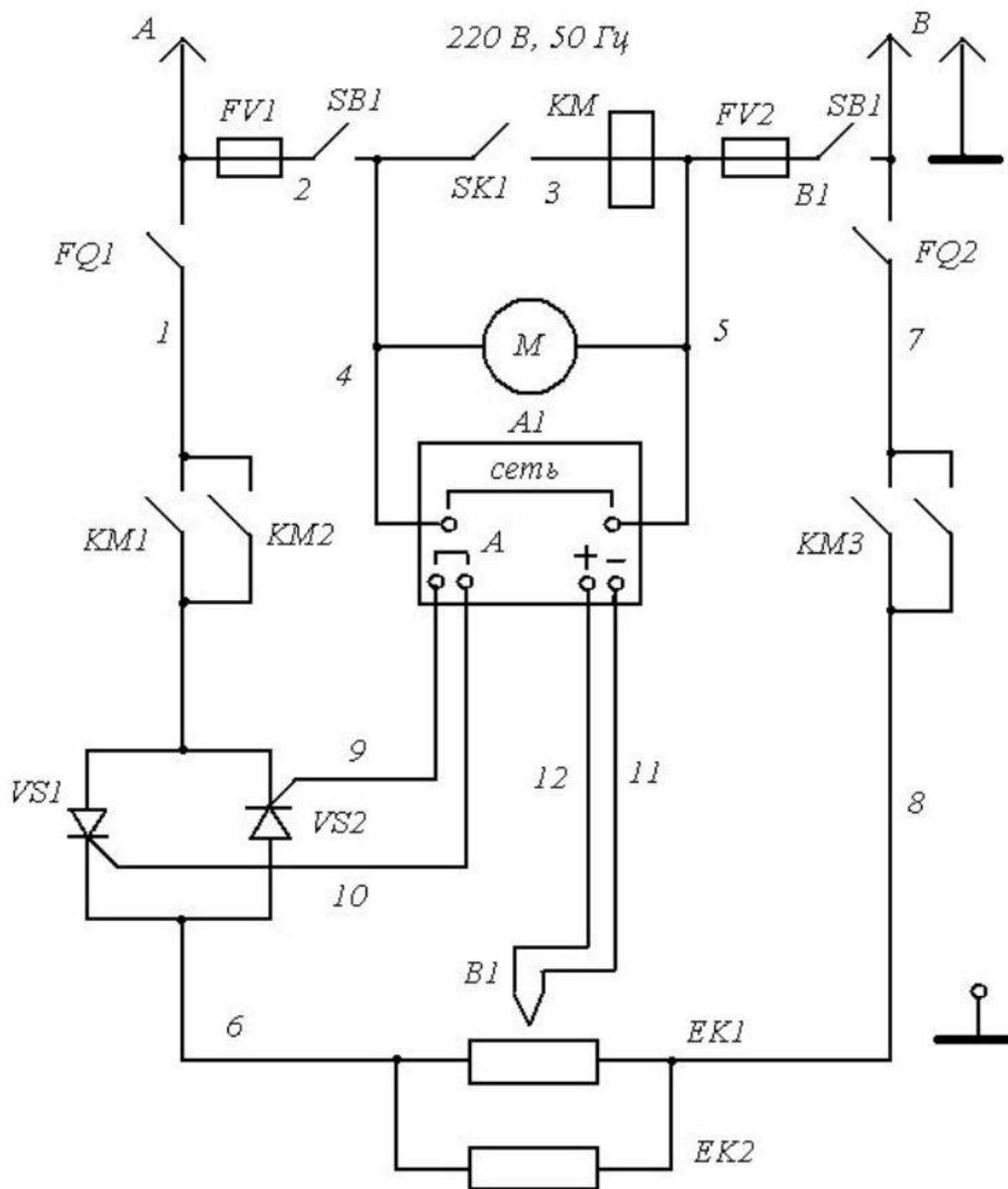


Рис.1. Электрическая схема электропечи МПЛ-6.

Обозначение	Наименование	Кол.
A1	Терморегулятор ТП-403	1
M	Вентилятор ВН-2	1
FQ1, FQ2	Автоматический выключатель 40 А	2
FV1, FV2	Предохранитель с вставкой на 1А	2
KM	Пускатель магнитный ПМ 12-010100 на 220	1

	В 50Гц	
VS1, VS2	Тиристор Т-122-32-8	2
В1	Термопреобразователь ТХА	1
ЕК1, ЕК2	Нагреватель 1,2 кВт	2
SK1	Микровыключатель	1
SB1	тумблер	1

### **Порядок выполнения работы**

1. В течение 20 минут изучить методические указания, руководства по эксплуатации печи МПЛ-6 и программного регулятора ТП-403.

2. Получить образцы стали для термообработки, измерить их размеры, пользуясь методическими указаниями, диаграммой Fe–C и литературой по металловедению и термической обработке определить температуру и время нагрева, выдержки исследуемых образцов под закалку и температуру и время нагрева и выдержки при отпуске.

3. Ознакомиться с устройством печи МПЛ-6.

4. Составить термическую программу для температурно-временного режима нагрева и выдержки исследуемых образцов под закалку.

5. Ввести термическую программу в регулятор печи, запустить ее выполнение.

6. Наблюдая за текущими показаниями регулятора, через каждые 2 мин записать соответствующие значения температуры. После окончания термической операции по этим данным построить реальный температурно-временной режим.

7. После окончания стадии выдержки закалить образцы в воду.

8. Зачистить образцы шлифовальной шкуркой, определить твердость НРС после закалки.

9. Составить термические программы для температурно-временных режимов нагрева и выдержки, соответствующих низкому, среднему и высокому отпуску исследуемых образцов.

10. Провести последовательно указанные термические операции, измеряя после выполнения каждой твердость НРС.

11. В отчете представить подробные данные о назначении, устройстве и принципе работы печи МПЛ-6 и регулятора ТП-403, соответствующие схемы, температурно-временные режимы выполненных термических операций в виде графиков и термических программ, графики зависимости твердости исследованных образцов от температуры отпуска, подробные выводы. Отчет должен быть оформлен в соответствии со стандартом ТПУ, требования к оформлению размещены на сайте ТПУ.

### **Контрольные вопросы**

1. Является ли печь МПЛ-6 муфельной?

2. Участок нагрева образцов при составлении термической программы линейный. Почему реальный график нагрева нелинейный?

**Тема: Электрооборудование транспортных машин.**

**Практическая работа: Исследование аккумуляторной батареи**

**Цель работы;** Получить навыки обслуживания аккумуляторной батареи

**Ход работы;**

1. Изучить теоретическую часть материала
2. Составить опорный конспект
3. Ответить на контрольные вопросы

**Теория; Обслуживание аккумуляторов**

Большая часть выпускаемых в стране батарей изготавливается сухозаряженными. Необслуживаемые батареи выпускаются с завода залитыми электролитом. При хранении сухозаряженных батарей главным условием должно быть обеспечение герметичности внутренних полостей каждого аккумулятора.

Благоприятными условиями хранения сухозаряженных аккумуляторов являются:

1. Низкая температура, но не ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ , чтобы избежать растрескивания мастики.
2. Пробки заливных отверстий должны быть плотно ввинчены.
3. Герметизирующие детали должны быть на месте.

Срок хранения батарей без электролита в основном составляет 3–5 лет. При хранении более года, как правило, необходим под заряд.

Батареи с электролитом саморазряжаются. Причем саморазряд протекает тем интенсивнее, чем выше температура электролита и более длительно эксплуатировалась батарея до хранения. Поэтому по возможности стараются их хранить при температуре не выше  $0^{\circ}\text{C}$ , не более 1,5 лет и в заряженном состоянии. Если плотность электролита во время хранения снижается более чем на  $0,04 \text{ г/см}^3$  от начальной, батарею заряжают.

Для снижения трудозатрат, связанных с постоянным подзарядом батарей, применяют метод депассивации. Для этого аккумулятор заряжают в соответствии с инструкцией. Затем сливают электролит и дважды промывают батарею дистиллированной водой, делая каждый раз выдержку с дистиллятором 15–20 мин. Сразу после промывки батарею заливают 5-процентным раствором борной кислоты  $\text{H}_3\text{BO}_3$  и устанавливают на хранение. Для введения аккумулятора после хранения в эксплуатацию, достаточно вылить раствор борной кислоты, а после слива залить электролитом плотностью  $1,37 \text{ г/см}^3$ . Поскольку раствор борной кислоты замерзает при температуре ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , то этот метод не применим для хранения батарей в неотапливаемом помещении зимой. Необходимо отметить, что хранить залитые аккумуляторы необходимо в помещении с приточно-вытяжной вентиляцией.

## 1.2. Подготовка батарей для эксплуатации

Процесс приведения различных типов стартерных аккумуляторных батарей сухозаряженного исполнения в рабочее состояние включает следующие основные операции:

осмотр внешнего вида, проверка целостности моноблока, крышек, полюсных выводов, герметизирующих элементов;

заливка электролитом, пропитка электродов и оценка состояния измерением ЭДС батареи, плотности и температуры электролита.

При необходимости батарея подзаряжается, корректируется плотность и уровень электролита и после этого батарея передается в эксплуатацию.

Электролит для заливки батареи готовится раньше, плотность его устанавливается в соответствии с требованием того климатического района, в котором предстоит эксплуатация батареи.

Батареи не сухозаряженные после заливки пропитываются 3–5 часов и проводят полный заряд в соответствии с инструкцией на эти батареи.

Батареи с залитым электролитом и в заряженном состоянии проверяются на плотность электролита, его уровень, ЭДС батареи.

В качестве электролита в свинцовых аккумуляторах применяется водный раствор серной кислоты.

Существенное влияние на работоспособность и срок службы батарей оказывает химическая чистота электролита. При наличии примесей металлов увеличивается саморазряд, снижается отдаваемая емкость и срок службы. Поэтому для приготовления электролита применяются только дистиллированная вода и специальная аккумуляторная серная кислота. Допустимо применение химически чистой кислоты, но стоимость ее выше, чем стоимость аккумуляторной кислоты.

Для различных времен года и климатических условий используют различные плотности электролитов (табл. 1).

Для корректировки плотности электролита после подзаряда, если она ниже нормы, или при переходе с летнего периода на зимний и из одного климатического района в другой, применяется электролит плотностью 1,40 г/см<sup>3</sup>.

Для получения электролита требуемой плотности необходимо определенное количество концентрированной серной кислоты плотностью 1,83 г/см<sup>3</sup> или электролита плотностью 1,4 г/см<sup>3</sup> с определенным количеством дистиллированной воды (табл. 2). Разведение электролита необходимо производить в стойкой к действию серной кислоты посуде (керамической, пластмассовой, эбонитовой, свинцовой).

Приготовление электролита осуществляется в следующем порядке. В сосуд заливается необходимое количество дистиллированной воды. После этого при непрерывном перемешивании несильной струей заливается серная кислота.

**КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** вливать воду в кислоту, так как

это может привести к несчастным случаям с персоналом. Дело в том, что при соединении серной кислоты с водой выделяется значительное количество тепла.

Таблица 1

**Плотность электролита для эксплуатации  
в различных климатических районах**

Климатические районы по ГОСТ 16350-80, средняя месячная температура воздуха в январе	Время года	Плотность электролита, приведенная к 25°C, г/см <sup>3</sup>	
		Заливается при приведении батареи в действие	В полностью заряженной батарее
Очень холодный (-50...-30°C)	Зима	1,28	1,30
	Лето	1,24	1,26
Холодный (-30.....-15°C)	Круглый год	1,26	1,28
Умеренный (-15... ...-8°C)	То же	1,24	1,26
Жаркий сухой (+4...-15°C)	То же	1,21	1,23
Теплый влажный (0...+4°C)	То же	1,21	1,23

*Примечание.* Допускаются отклонения плотности электролита от значений, приведенных в таблице, на 0,01 г/см<sup>3</sup>.

Если лить воду в кислоту, имеющую плотность в 1,8 раза больше, чем плотность воды, то вода растекается по поверхности кислоты, быстро нагревается, образуя пары, и разбрызгивается вместе с кислотой. При вливании кислоты в воду она погружается в толщу воды, вследствие чего образующийся электролит отдает тепло массе воды и разбрызгивания не происходит.

При приготовлении электролита необходимо помешивать образующийся раствор для скорейшего выравнивания плотности.

Плотность электролита, полученного в результате приготовления, определяется с помощью денсиметра.

Сразу после приготовления электролита его температура, как правило, выше рекомендуемой для заливки в аккумуляторы, поэтому к моменту заливки в аккумуляторы электролит необходимо охладить до 20–30°C.

Выдержка батареи после заливки электролита должна быть не менее 20 мин, но не более 2 ч. Если плотность электролита после заливки в аккумулятор понизится не более чем на 0,03 г/см<sup>3</sup>, то батареи могут быть установлены на автомобили для эксплуатации. Если плотность электролита понизится более чем на 0,03 г/см<sup>3</sup>, то такие батареи перед сдачей в

эксплуатацию нужно зарядить.

### 1.3. Заряд аккумуляторных батарей

Заряд аккумуляторных батарей можно производить от любого источника постоянного тока при условии, что его напряжение больше, чем напряжение аккумуляторной батареи. Для заряда положительный полюс источника тока соединяется с положительным выводом аккумуляторной батареи, а отрицательный полюс с отрицательным выводом.

Для любого момента заряда сила зарядного тока будет определяться следующим соотношением:

$$I = \frac{U_{\text{ист}} - U_{\text{бат}}}{R},$$

где  $U_{\text{ист}}$  – напряжение источника;

$U_{\text{бат}}$  – напряжение батареи;

$R$  – общее сопротивление цепи.

Для поддержания постоянной силы тока, равной, как правило, одной десятой части от величины емкости заряжаемого аккумулятора необходимо менять напряжение источника тока или сопротивление цепи. Существуют несколько способов регулирования силы тока заряда. Основные из них:

включение последовательно с батареей в зарядную цепь реостата, имеющего устройство для изменения его сопротивления при заряде;

применение регуляторов силы тока (например, тиристоры), которые периодическим включением и выключением дополнительного сопротивления в цепи заряда изменяют силу тока таким образом, чтобы его среднее значение оставалось постоянным;

изменение напряжения источника тока ручным или автоматическим регулятором в соответствии с показаниями силы тока, корректируя его до заданного постоянного значения.

Большинство выпрямительных устройств, предназначенных для заряда аккумуляторных батарей и питаемых от сети переменного тока, имеет либо ступенчатую, либо плавную регулировку напряжения за счет изменения коэффициента трансформации. Поэтому периодически приходится регулировать напряжение рукоятками соответствующих регуляторов.

При включении реостата последовательно с батареей в зарядную цепь параметры реостата выбираются такими, чтобы:

сечение обмоток реостата допускало без перегрева силу тока заданной величины;

пределы регулирования начального и конечного сопротивления реостата удовлетворяли следующим соотношениям:

$$R_{\text{н}} = \frac{U_{\text{ист}} - nU_{\text{н.з.}}}{I_{\text{з}}}, \quad R_{\text{к}} = \frac{U_{\text{ист}} - nU_{\text{к.з.}}}{I_{\text{з}}},$$

где  $U_{\text{ист}}$  – напряжение источника питания зарядного устройства, В;  
 $U_{\text{н.з.}}$ ,  $U_{\text{к.з.}}$  – напряжение батарей, соответственно в начале и конце заряда, В;

$n$  – число последовательно включенных батарей.

Видимость кипения электролита свидетельствует о завершении процесса заряда. О завершении процесса заряда также судят по неизменности плотности и напряжения в течение получаса.

**Обслуживание аккумуляторных батарей включает следующие операции:**

- 1) очистку поверхности от пыли и грязи;
- 2) проверку отсутствия механических повреждений крышек и моноблока;
- 3) проверку надежности крепления батареи и проводов на выводных клеммах батарей;
- 4) оценку уровня, плотности электролита;
- 5) контроль напряжения на клеммах батареи, обеспечиваемого генератором в процессе заряда;
- 6) проверку разрядного напряжения при токах стартерного режима

**Контрольные вопросы;**

1. Плотность электролита для эксплуатации в различных климатических районах
2. Заряд аккумуляторных батарей
3. Подготовка батарей для эксплуатации
4. Обслуживание аккумуляторных батарей.

**Тема: Электрооборудование обрабатывающих установок**

**Практическая работа;** Исследование электрической схемы токарно-винторезного станка.

**Цель работы;**

Ознакомление обучающегося с конструкцией станка и дать краткое описание станка, элементов электропривода и схем управления.

**Ход работы;**

1. Изучить теоретическую часть материала
2. Составить опорный конспект
3. Ответить на контрольные вопросы

**Теория.**

Главной привод и привод подачи большинства малых и средних токарных станков осуществляется от односкоростного асинхронного двигателя в сочетании с коробками скоростей и подач. Регулирование угловой скорости шпинделя производится переключением шестерен коробки скоростей с помощью рукояток, изменение продольной и поперечной подач суппорта - переключением шестерен коробки подач, также посредством соответствующих рукояток.

В некоторых станках для быстрых перемещений суппорта служит отдельный асинхронный двигатель. Включение и выключение шпинделя станка, а также его резервирование производится с помощью многодисковой фрикционной муфты, которая управляется двумя рукоятками. Включение механической подачи суппорта в любом направлении производится одной рукояткой. Перед выполнением данной работы произвести анализ работы электрических схем токарно-винторезного станка модели 1 К62.

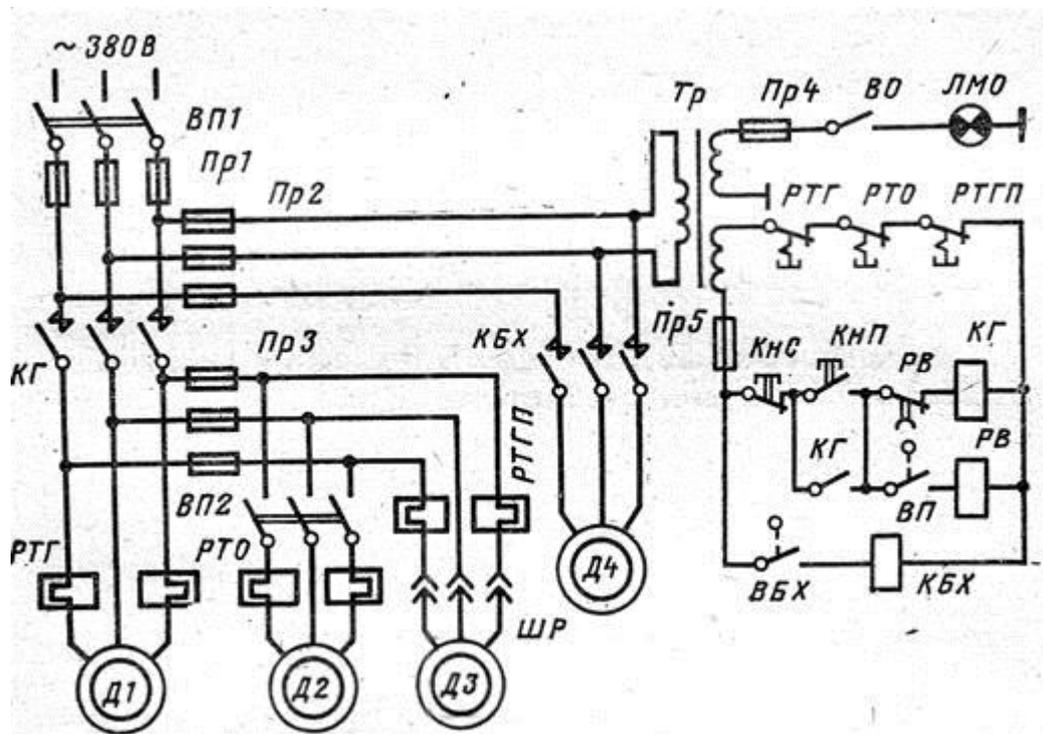


Рис.1.1 Электрическая схема токарно- винторезного станка

Токарно-винторезный станок модели 1К62 предназначен для выполнения разнообразных токарных работ. Для нарезания метрической, дюймовой, модульной, правой и левой, с нормальным и увеличенным шагом, одно- и многозаходной резьбы, для нарезания торцевой резьбы и копировальных работ (с помощью прилагаемого к станку гидрокopировального устройства).

Станок применяется в условиях индивидуального и мелкосерийного производства.

Движение резания - вращение шпинделя с обрабатываемой деталью. Движение подач - перемещение суппорта в предельном продольном и поперечном направлениях. Вспомогательные движения- быстрые перемещения суппорта в продольном и поперечном направлениях от отдельного привода.

#### **Принцип работы.**

Обрабатываемая деталь устанавливается в патроне. В резцедержателе могут быть закреплены 4 резца. Поворотом резцедержателя могут быть установлены каждый из 4 резцов в рабочее положение. Инструменты для

обработки отверстия устанавливаются в панель задней бабки. Прилагаемый к станку гидроконтрольный суппорт благодаря наличию следящей системы позволяет обрабатывать партии ступенчатых или спаянных деталей по шаблону или эталонной детали, без промеров и ручного управления станком в процессе обработки.

Схема управления токарно-винторезного станка.

Двигатель Д1(М1)- главный двигатель, Д2(М2)- двигатель насоса охлаждения, Д3(М3)- двигатель гидроагрегата, Д4(М4)- двигатель быстрых ходов.

ШР(ХР)- электрический разъединитель (штепсельный разъем) используется в случае применения гидроконтрольного устройства.

Напряжение подается на станок включением пакетного выключателя ВП1(QF1). Цепь получает питание через разъединительный трансформатор Тр(TV).

Пуск Д1 осуществляется нажатием кнопки КнП (SB1). Напряжение подается на катушку контактора КГ( КМ1), который главными контактами присоединяет статор двигателя к сети, а вспомогательным контактом шунтирует КнП( SB1). Одновременно запускаются Д2 (если включен ВП2(QF2)) и Д3. Включение шпинделя производится поворотом вверх рукоятки управления фрикционной муфтой. При повороте этой рукоятки в среднее положение шпиндель станка отключается. Одновременно нажимается путевой переключатель ВП (SQ1) и включает пневматическое реле времени РВ(КТ). В том случае, если перерыв в работе превышает 3-8 минут, то контакт реле РВ размыкается и контактор КГ теряет питание. Д1 отключается от сети и теряет питание. Если пауза в работе мала, то контакт реле РВ не успевает сработать и отключение двигателя шпинделя не происходит.

Для управления быстрым перемещением суппорта служит рукоятка на фартуке станка. При повороте она нажимает на выключатель ВБХ(SQ2), его контакт замыкает цепь катушки контактора КБХ(КМ2), который включает своими контактами Д4. Возврат рукоятки в среднее положение приводит к отключению Д4.

Станок имеет местное освещение. Питание лампы ЛМО(HL1) производится на U=36 В от отдельной обмотки Тр. В цепи лампы находится предохранитель Пр4(FU4) и выключатель ВО(SF).

Тепловые реле РТГ(КК1),РТО( КК2),РТГП( КК3) защищают Д1-Д3 от длительных перегрузок. Соответственно плавкие предохранители защищают двигатель от коротких замыканий.

### **Порядок выполнения работы**

1. Ознакомится с конструкцией станка и дать краткое описание станка, элементов электропривода и схем управления.
2. Начертить расположение аппаратов в шкафу станка.
3. Произвести включение станка:  
- включить пакетный выключатель ВП;

- нажать на кнопку "Пуск" и убедиться в правильности работы главного асинхронного двигателя;

- с помощью рукоятки коробки скоростей осуществить пуск шпинделя и реверс;

- осуществить пуск двигателя насоса охлаждения;

- нажать на кнопку "Стоп" и выключить ВП;

- начертить схему принципиальную электрическую.

### **3. Контрольные вопросы.**

· Назначение плавких предохранителей и тепловых реле?

· Схема управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором?

· Схема управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором для двух направлений вращения?

### **Содержание отчета**

· Название работы.

· Цель работы.

· Электрическая схема и схема расположения аппаратов в шкафу.

· Выводы.

## **Тема: Электрооборудование компрессоров и вентиляторов**

**Цель практической работы;** Изучить принципы действия различных типов компрессоров, насосов и вентиляторов, их характеристики и области применения.

### **Ход работы;**

1. Изучить теоретическую часть материала

2. Составить опорный конспект

3. Ответить на контрольные вопросы

### **Теория;**

## **Электрооборудование насосов, вентиляторов, компрессоров**

Краткие сведения о конструкции насосов, вентиляторов и компрессоров. Типы рабочих машин, характеристики. Мощность на валу насосов, вентиляторов, компрессоров.

Методы регулирования производительности механизмов с вентиляторным моментом на валу. Требования к электроприводу и вопросы по электрооборудованию насосных, вентиляторных и компрессорных установок. Электропривод установок с постоянной скоростью вращения. Электропривод механизмов с вентиляторным элементом, где энергия скольжения при регулировании рассеивается в виде тепла.

Регулируемый электропривод механизмов с асинхронными двигателями и муфтами скольжения. Система асинхронного электропривода механизмов с вентиляторным моментом с использованием энергии скольжения. Автоматизация насосных, вентиляторных и компрессорных установок.

## ВЫБОР ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК.

Вентиляция один из главных факторов нужной для комфортной работы персонала. Вентиляция бывает трех видов приточная, вытяжная и приточно-вытяжная. Приточная вентиляция служит для подачи свежего воздуха в помещения. При необходимости, подаваемый воздух нагревается и очищается от пыли. Вытяжная вентиляция, напротив, удаляет из помещения загрязненный или нагретый воздух. Обычно в помещении устанавливается как приточная, так и вытяжная вентиляция. Так же бывает естественная и искусственная вентиляция. Естественная создается без применения электрооборудования, а искусственная применяется там где не достаточно естественной. Такие системы вентиляции могут удалять или подавать воздух в вентилируемые помещения не зависимо от условий окружающей среды.

### Электрооборудование вентилятора

$P = (25) Q$  –производительность (м<sup>3</sup>/с);

$H$  –давление (1 ат=98066,5 Па);

$\eta$  – КПД вентилятора (для центробежных вентиляторов, от 0,4 до 0,7);

$\eta_{п}$  –КПД передачи (для клиноременной передачи, от 0,92 до 0,94);

Из этой формулы выведем формулу для расчета производительности вентиляторов.

$Q = 0,019 P$  (м<sup>3</sup>/с);

Исходя из мощности вентилятора, выбираем двигатель.

Параметры двигателя:

$P_n = 5,5$ (кВт);  $n_n = 720$ (об/мин);  $\eta_n = 83,0\%$ ;  $\cos\varphi = 0,74$ ;  $J = 5,75 \cdot 10^{-2}$ (кг\*м<sup>2</sup>);  $M_{п}/M_n = 1,9$ ;  $M_{max}/M_n = 2,6$ .

### Контрольные вопросы

1.Объясните принцип работы различных типов компрессоров, насосов, вентиляторов, укажите их характеристики и область применения.

2.Как определяется мощность на валу насосов, вентиляторов и компрессоров?

3.Какие типы двигателей применяются для насосов, вентиляторов и компрессоров?

4.Какими методами регулируется производительность насосов, вентиляторов и компрессоров?

5.Назовите системы регулируемого электропривода для механизмов с вентиляторным моментом нагрузки и дайте их сравнительную оценку.

6.Приведите пример автоматизации насосных, вентиля торных и компрессорных установок.

**Тема: Выбор типа электропривода, требование к электрическому приводу механизмов**

**Цель работы;** Познакомить обучающихся с требованиями к электроприводу.

## **Ход работы**

1. Изучить теоретическую часть материала
2. Составить опорный конспект
3. Ответить на контрольные вопросы

## **Теория.**

### **Основные системы регулируемого электропривода**

Система *генератор – двигатель*: функциональная схема, электромеханические и механические характеристики, структурная схема разомкнутой системы *G–D*, форсирование процесса возбуждения, экономичность.

Импульсный электропривод: принцип работы, электромагнитные процессы при импульсном регулировании, статические характеристики в режимах прерывистого и непрерывного токов, реверсивные схемы, экономичность.

Система *управляемый выпрямитель – двигатель*. Статические характеристики. Реверсивные электроприводы. Коэффициент мощности, влияние высших гармонических и промышленных помех. Структурная схема, экономичность.

Система *преобразователь частоты – асинхронный двигатель*. Общие законы частотного регулирования, структурная схема, экономичность.

Каскадный электропривод: принцип работы, статические электромеханические и механические характеристики, вентильный и машинно-вентильный каскады, структурная схема, экономичность, каскадные схемы с импульсным регулированием.

Асинхронный электропривод двойного питания. Над синхронный вентильный каскад. Вентильный двигатель. Асинхронный электропривод с тиристорными регуляторами напряжения.

### **Методические указания**

Иметь четкое представление о системах *генератор – двигатель*, *управляемый выпрямитель – двигатель*, *преобразователь частоты – асинхронный двигатель*, а так же об электроприводах следующих типов: *импульсный электропривод*, *каскадный электропривод*, *асинхронный электропривод двойного питания*. Необходимо знать структурные схемы, принципы работы и управления перечисленных электроприводов

### **Контрольные вопросы**

1. Что называется, электроприводом?
2. Какие важнейшие изобретения сделаны в области электропривода?
3. Произведите классификацию электроприводов.
4. Сформулируйте основные требования к электроприводу.
5. Покажите, как взаимодействует электропривод с системой электроснабжения.
6. Назовите основные направления в развитии современного электропривода.

**Тема: Исследование электропривода обрабатывающих установок.**

**Цель практической работы:** Познакомить обучающихся с требованиями к электроприводу.

**Ход работы**

1. Изучить теоретическую часть материала
2. Составить опорный конспект
3. Ответить на контрольные вопросы

**Теория. Электрооборудование металлообрабатывающих станков**

Электрооборудование металлорежущих станков и кузнечнопрессового оборудования. Специальное электрооборудование металлорежущих станков. Выбор мощности электродвигателя станка. Выбор системы электропривода. Аппараты управления электропривода. Схема управления двухскоростным асинхронным двигателем. Управление электроприводом в функции времени или скорости. Схемы электропривода токарного станка. Электропривод продольно-строгального станка. Электропривод сверлильного станка.

Электропривод шлифовального станка. Электропривод фрезерного станка. Электропривод молотов и кривошипных механизмов. Электропривод прессов и насосно-аккумуляторных станций.

**Методические указания**

При изучении этой темы необходимо отчетливо представлять работу главных и вспомогательных механизмов типовых станков и основные движения, совершаемые этими механизмами.

При проработке вопросов, связанных с выбором мощности двигателей для привода станков, рекомендуется построить несколько нагрузочных диаграмм. Особенно важно уяснить нагрузочную диаграмму продольно-строгального станка, а также определение мощности электропривода по эксплуатационным коэффициентам. Учитывая скоростные методы резания металлов, следует обратить серьезное внимание на расчет мощности двигателей, работающих при значительном числе включений и реверсов.

Необходимо также критически оценить различные методы расчета мощности станочных двигателей: по нагреву, по методу средних потерь и методам сравнительных величин).

При изучении системы главного электропривода, привода подач и типовых схем управления необходимо уделить внимание анализу механических характеристик, наиболее распространенных асинхронных короткозамкнутых двигателей (с точки зрения пускового и максимального моментов и формы кривой моментов). Очень важно уяснить основные преимущества и недостатки различных способов электрического торможения и регулирования скорости вращения этих двигателей. При проработке систем регулирования электроприводов станков, предусматривающих применение асинхронных двигателей с переключением числа пар полюсов, следует иметь в виду, что использование этих двигателей целесообразно при сравнительно небольших мощностях (до 10–15 кВт). Для мощных приводов следует отдавать

предпочтение системе *генератор – двигатель* и системам вентильного электропривода.

Особое внимание заслуживают схемы плавного регулирования скорости электроприводов, предусматривающие применение электромашинных и тиристоры преобразователей.

Рекомендуется познакомиться со станками с числовым программным управлением.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные и вспомогательные движения на типовых металлорежущих станках вращательного движения.

2. Как влияют скоростные методы резания металлов на мощность электропривода и производительность труда?

3. Из каких участков состоит нагрузочная диаграмма продольно-строгального станка?

4. Для каких станков вращательного движения характерен повторно-кратковременный режим работы и какова при этом относительная продолжительность включения (ПВ%) и продолжительность цикла?

5. Какими должны быть механические характеристики двигателей для приводов станков вращательного движения с точки зрения пускового и максимального моментов?

6. Какие преимущества и недостатки имеет торможение станочных короткозамкнутых двигателей против включения по сравнению с динамическим торможением?

7. Какой диапазон регулирования скорости типичен для станков с главным вращательным и возвратно-поступательным движением?

8. Почему в основу построения регулировочных рядов для станков положена геометрическая, а не арифметическая прогрессия?

9. Объясните, почему при плавном регулировании скорости станка повышается его производительность?

10. Какие преимущества и недостатки свойственны электроприводу по системе «генератор – двигатель»?

11. Какой диапазон регулирования скорости может дать система «Г – Д» с электромашинными усилителями и для каких станков она может быть применена?

12. Какие схемы применяются для получения «ползучей» скорости в электроприводах переменного тока?

13. Назовите основные узлы систем числового программного управления.

14. Объясните, почему при скоростных методах резания металла все большее значение приобретает автоматизация вспомогательных операций.

**Тема: Исследование электропривода вентиляционных установок**

**Цель практической работы;** Познакомить обучающихся с электроприводом вентиляционных установок

**Ход работы**

1. Изучить теоретическую часть материала
2. Составить опорный конспект
3. Ответить на контрольные вопросы

**Теория; Электрооборудование вентиляторов.**

Краткие сведения о конструкции насосов, Типы рабочих машин, характеристики. Мощность на валу насосов, вентиляторов, компрессоров.

Методы регулирования производительности механизмов с вентиляторным моментом на валу. Требования к электроприводу и вопросы по электрооборудованию насосных, вентиля торных. Электропривод установок с постоянной скоростью вращения. Электропривод механизмов с вентиляторным элементом, где энергия скольжения при регулировании рассеивается в виде тепла.

Регулируемый электропривод механизмов с асинхронными двигателями и муфтами скольжения. Система асинхронного электропривода механизмов с вентиляторным моментом с использованием энергии скольжения.

**Методические указания**

При изучении этой темы необходимо хорошо уяснить принципы действия различных типов вентиляторов, их характеристики и области применения. Следует также хорошо уяснить виды нагрузочных диаграмм и методы расчета мощности электродвигателя.

Серьезное внимание должно быть уделено изучению методов регулирования производительности вентиляторов и их влияние на энергетические характеристики электропривода.

Необходимо также рассмотреть системы регулируемого электропривода и механизмов с вентиляторным моментом нагрузки, схемы комплексной автоматизации насосных, вентиля торных установок.

**Контрольные вопросы**

7. Объясните принцип работы различных типов вентиляторов, укажите их характеристики и область применения.
8. Как определяется мощность на валу вентиляторов?
9. Какие типы двигателей применяются для вентиляторов?
10. Какими методами регулируется производительность вентиляторов?
11. Назовите системы регулируемого электропривода для механизмов с вентиляторным моментом нагрузки и дайте их сравнительную оценку.
12. Приведите пример автоматизации насосных, вентиляторных установок.

**Тема: Исследование работы электропривода и схемы управления участком ПТС.**

**Цель практической работы:** Познакомить обучающихся с электроприводом непрерывного транспорта.

**Ход работы**

1. Изучить теоретическую часть материала
2. Составить опорный конспект
3. Ответить на контрольные вопросы

**Теория;**

**Электрооборудование механизмов**

Классификация механизмов непрерывного транспорта, их роль в автоматизации и механизации производственных процессов. Основные требования к системам электропривода конвейеров.

Выбор мощности двигателей конвейеров. Диаграмма натяжной цепи конвейера.

Определение мощности и количества двигателей при многодвигательном приводе конвейера. Схемы синхронного электропривода конвейеров с под регулированием скорости.

Электрооборудование и автоматизация канатных дорог. Эскалаторы, многокабинные подъемники. Пуск двигателей от маломощных сетей, энергетические показатели.

**Методические указания**

При изучении этой темы особое внимание следует уделить вопросу определения статических нагрузок для приводов транспортеров и конвейеров и выбору мест расположения приводных электродвигателей в случае многодвигательного привода. Необходимо также ясно представлять себе назначение и методику составления схем блокировок сложных транспортных установок с параллельными ветвями.

**Контрольные вопросы**

1. Опишите устройство транспортеров и конвейеров различных типов.
2. Как определить мощность двигателя для транспортеров и конвейеров?
3. Какие требования предъявляются к электродвигателям транспортеров и конвейеров при многодвигательном приводе?
4. Опишите процесс работы и управления поточно-транспортными системами.
5. Каковы особенности электропривода контактных дорог?
6. Каковы особенности схемы электропривода экскаватора?

**Тема: Регулирование координат электропривода с двигателем постоянного тока системы преобразователь – двигатель.**

**Цель практической работы:** Познакомить обучающихся с электроприводом системы преобразователь –двигатель.

**Ход работы**

1. Изучить теоретическую часть материала
2. Составить опорный конспект
3. Ответить на контрольные вопросы

### **Теория; Основные параметры и характеристики преобразователей электрической энергии**

#### **Энергетические показатели и характеристики преобразователей**

Энергетические показатели преобразователей. Сглаживающие фильтры. Основные уравнения для расчетов L и C, Г-образных фильтров. Выходные фильтры инверторов и преобразователей частоты. Основные соотношения для расчетов. Внешние характеристики преобразователей.

#### **Методические указания**

Особое внимание уделить энергетическим показателям преобразователей, методам их расчета и способам их повышения.

#### **Контрольные вопросы**

1. В чем принципиальное отличие КПД вентильного преобразователя от коэффициента мощности?
2. Причины появления мощности несимметрии в вентильных преобразователях и ее влияние на коэффициент мощности.
3. Способы уменьшения мощности искажения в вентильных преобразователях.
4. Причины появления реактивной мощности в вентильных преобразователях.
5. Как изменится коэффициент искажения  $\nu$  однофазного мостового неуправляемого выпрямителя с  $X_d = 0$ , если сделать  $X_d = \infty$ ?
6. Способы увеличения коэффициента сдвига ( $\cos \varphi$ ) вентильного преобразователя.
7. В каких случаях в цепь нагрузки выпрямителя вводят нулевой вентиль и для чего?
8. Физический смысл составляющих полной мощности в управляемых выпрямителях.

#### **Тема Совместная работа преобразователей и сети**

Влияние силовых преобразователей на систему электроснабжения. Влияние силовых преобразователей на сеть, проблемы удовлетворения сетей требованиям ГОСТ 13109–97. Пример влияния на сеть вентильного преобразователя, основные математические соотношения.

#### **Методические указания**

Обратить внимание на влияние силовых преобразователей на первичную сеть и на методы и способы устранения этого влияния.

#### **Контрольные вопросы**

1. К каким искажениям в первичной сети приводят инвертора и преобразователи частоты.
2. Перечислить требования, которым должны отвечать показатели электрической сети.

3. Дайте общую характеристику способам устранения влияния силовых преобразователей на первичную сеть.

**Тема: Составление таблиц основных неисправностей оборудования**

**Практическая работа : Составление технологической карты на**

**капитальный ремонт асинхронного электродвигателя**

**Цель работы:** усвоение методики капитального ремонта асинхронного электродвигателя; приобретение навыков по составлению технологической карты на капитальный ремонт электрооборудования.

**Оборудование:** типовая технологическая карта на ремонт асинхронного электродвигателя.

**Теоретические сведения.**

*Капитальный ремонт* является обязательным после того как данное оборудование отработало срок, указанный заводом-изготовителем. При капитальном ремонте производят полную разборку электрооборудования, заменяют все изношенные части, модернизируют отдельные элементы. Отремонтированное электрооборудование проверяют и испытывают в соответствии с ПТЭ. Капитальный ремонт электрооборудования производят по специально составленной технической документации, которая состоит из следующих документов:

- общее руководство по ремонту;
- руководство по капитальному ремонту;
- технические условия (ТУ) на капитальный ремонт;
- нормы расхода материалов и запасных частей.

Выполненные работы по капитальному ремонту оформляются специальным *актом приёмки-сдачи* ремонтных работ, к которому прилагают протоколы и акты о результатах измерения сопротивления электрической изоляции оборудования, сопротивления заземляющих устройств, химического анализа масла, проверки регулировки релейной защиты, приборов и цепей вторичной коммутации.

Период работы электрооборудования между двумя плановыми ремонтами (очередными) называется *межремонтным*. Межремонтный период между двумя плановыми капитальными ремонтами называют *ремонтным циклом*.

Для эффективности планово-предупредительных ремонтов оборудования важна организация *картотеки эксплуатируемого электрооборудования*. В картотеках регистрируют все случаи выхода из строя электрооборудования, недостатки, обнаруженные при его осмотрах, а также сведения о профилактических испытаниях и проведённых ремонтах. Анализ такой картотеки позволяет установить наиболее целесообразный режим работы для эксплуатируемого электрооборудования.

**Порядок выполнения**

1. Изучить методику капитального ремонт асинхронного электродвигателя.

2. Составить технологическую карту на текущий ремонт электрической машины (на примере асинхронного электродвигателя)

№ п/п	Последовательность операций	Технологические указания	Приборы, инструменты, механизмы	Норма времени	Состав бригады

### **Контрольные вопросы:**

1. Перечислите основные виды ремонтов электрооборудования.
2. Дайте определение капитальному ремонту.
3. Укажите основные виды работ при капитальном ремонте электрической машины (на примере асинхронного электродвигателя)
4. Перечислите основную документацию для проведения капитального ремонта.
5. Как определяются сроки проведения капитального ремонта?

### **Заключение**

Цель и задачи, поставленные в разработке методического материала по МДК- 01.03. Электрическое и электромеханическое оборудование, выполнены. Исследовано понятие и особенности работы электрического и электромеханического оборудования рассмотрены элементы узлов приводов изучены особенности классификации оборудования раскрыты.

Итак, можно сделать вывод, что методический материал соответствует требованиям

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о возможности применения методического материала

Итак, подводя итоги, можно констатировать следующее:

В заключение отметим, что ...

Резюмируя, можно сказать...

Подводя итоги анализа, следует отметить ...

Из всего сказанного следует вывод о...

Таким образом, можно сделать вывод...

Следовательно, мы приходим к выводу ...

### **Список использованной литературы:**

1 Дьяков В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию, М., Высшая школа, 2010.

2 Справочник по автоматизированному электроприводу /под редакцией В.А. Елисеева, М., Энергоатомиздат, 2015.

3 Электротехнический справочник /под редакцией В.Г. Грудзинского, т.3 кн.2, М., Энергоатомиздат, 2015.

4 Княжеский В.А., Липкин Б.Ю. Электроснабжение и электрооборудование предприятий и цехов, М., Энергия, 2014.