

Кировское областное государственное  
профессиональное образовательное бюджетное учреждение  
«Кировский авиационный техникум»

## **МДК.02.02 Контроль качества технологических операций**

Методические указания  
по проведению практических занятий

по специальности

- 13.02.10 – Электрические машины и аппараты  
Среднего профессионального образования  
(Базовый уровень)

Киров, 2020

Методические указания по проведению практических занятий по специальности 13.02.10 среднего профессионального образования

ОДОБРЕНЫ

Комиссией электротехнических специальностей

Протокол № \_\_\_\_\_

От «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020г.

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_ С.П. Ланских

Составлены в соответствии с

Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню

подготовки выпускников по

специальности 13.02.10 среднего

профессионального образования

Составитель:

Тихонов Н.Ф. – преподаватель профессионального цикла Кировского авиационного техникума.

## Содержание

1	Пояснительная записка	4
2	Перечень практических занятий	5
3	Правила техники безопасности при проведении практических занятий	6
4	Карты-инструкции по выполнению практических занятий	7
4.1	Практическое занятие №1 «Изучение стандарта МС 9000 по управлению качеством продукции»	7
4.2	Практическое занятие №2 «Модель для обеспечения качества при проектировании и разработке МС 9001»	8
4.3	Практическое занятие №3 «Модель для обеспечения качества при производстве и монтаже МС 9002»	9
4.4	Практическое занятие №4 «Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях МС 9003»	11
4.5	Практическое занятие №5 «Общее руководство качеством и элементы системы качества МС 9004»	12
4.6	Практическое занятие № 6 «Разработка карты технического контроля детали»	14
4.7	Практические занятия №7 «Разработка карты технического контроля сборки»	16
4.8	Практическое занятие №8 «Разработка карты технического контроля обмотки»	17
4.9	Практическое занятие №9 «Контроль качества изготовления детали»	19
4.10	Практическое занятие №10 «Контроль качества обмотки»	20
4.11	Практическое занятие №11 «Контроль качества сборки электрической машины»	21
4.12	Практическое занятие №12 «Контроль качества сборки трансформатора»	22
4.13	Практическое занятие №13 «Ознакомление с измерительными механизмами различных систем»	23
4.14	Практическое занятие №14 «Расчет шунта многопредельного амперметра»	25
4.15	Практическое занятие №15 «Расчет резисторов многопредельного вольтметра»	27
4.16	Практическое занятие №16 «Поверка амперметра»	28
4.17	Практическое занятие №17 «Поверка вольтметра»	31
4.18	Практическое занятие №18 «Поверка однофазного счетчика»	33
	Список используемой литературы	36

## 1 Пояснительная записка

В соответствии с рабочей программой МДК.02.02«Контроль качества технологических операций» специальности 13.02.10 «Электрические машины и аппараты» по учебному плану для предусмотрено 18 практических занятия общей продолжительностью 36 часов.

При выполнении практических заданий студенты закрепляют теоретические знания, приобретают умения пользоваться нормативной документацией, применяют на практике методы измерения различных геометрических и физических параметров, выбирают рациональный метод исследования. В процессе выполнения заданий приобретают навыки составления технологических карт контроля деталей и сборочных единиц с выбором оборудования и оснастки, учатся правильному оформлению технологической документации.

Практические занятия рекомендуется проводить после изучения студентами теоретического материала по теме. При проведении ПЗ группа делится на подгруппы не менее 8 человек. При подготовке к ПЗ студенты должны ознакомиться с ее содержанием по соответствующей инструкции, повторить теоретический материал.

При проведении ПЗ рекомендуется использовать образцы деталей, сборочных единиц и изделий, справочную литературу, чертежи, а также технологическую документацию предприятий по профилю специальности. Расчеты рекомендуется выполнять в единицах системы СИ, в соответствии со стандартами и с применением ПК. При оформлении отчета указывается цель работы, приводятся технические данные, используемые формулы и результаты вычислений, таблицы и графики, выводы по работе.

## 2 Перечень практических занятий

Таблица 2.1- Распределение практических занятий по разделам

№ п/п	Раздел	Наименование	Кол-во часов
1	1	Изучение стандарта МС 9000 по управлению качеством продукции	2
2	1	Модель для обеспечения качества при проектировании и разработке МС 9001	2
3	1	Модель для обеспечения качества при производстве и монтаже МС 9002	2
4	1	Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях МС 9003	2
5	1	Общее руководство качеством и элементы системы качества МС 9004	2
6	2	Разработка карты технического контроля детали	2
7	2	Разработка карты технического контроля сборки	2
8	2	Разработка карты технического контроля обмотки	2
9	2	Контроль качества изготовления детали	2
10	2	Контроль качества обмотки	2
11	2	Контроль качества сборки электрической машины	2
12	2	Контроль качества сборки трансформатора	2
13	3	Ознакомление с измерительными механизмами различных систем	2
14	3	Расчет шунта многопредельного амперметра	2
15	3	Расчет резисторов многопредельного вольтметра	2
16	3	Поверка амперметра	2
17	3	Поверка вольтметра	2
18	3	Поверка однофазного счетчика	2
		ИТОГО	36

### **3 Правила техники безопасности при проведении практических занятий**

1. Во избежание несчастных случаев при работе в аудитории студенты должны изучить содержание настоящей инструкции и расписаться об ее усвоении в журнале проверки знаний техники безопасности.
2. Перед началом выполнения практических занятий необходимо, ознакомиться со всеми пособиями, инструкциями.
3. При проведении практических занятий студенты обязаны соблюдать правила безопасной работы, знать правила тушения пожаров и уметь пользоваться противопожарными средствами.
4. Категорически запрещается:
  - Прикасаться к токоведущим частям контактов, подводящим кабелям, проводам, металлическим частям оборудования, находящегося под напряжением;
  - Без надобности щелкать тумблерами, нажимать неизвестные кнопки, двигать движки реостатов;
  - Проверять наличие напряжения прикосновением пальцев;
5. Студент обязан ставить в известность преподавателя о неисправном состоянии проводов, измерительных приборов и электрооборудования, не делая попыток к их исправлению.
6. При всех неисправности надо сразу отключить электропитание и сообщить о случившемся преподавателю.
7. При случае поражения током немедленно отключить общий рубильник для освобождения пострадавшего от действия электрического тока ил отделить пострадавшего от токоведущих частей, взявшись за его одежду, если она сухая, не прикасаться при этом к окружающим предметам и частям тела пострадавшего, непокрытым одеждой.
8. Оказать помощь пострадавшему при несчастном случае до прибытия на место происшествия вызванного врача. Поставить в известность о случившемся администрацию техникума.
9. При загорании электрооборудования отключить питание и приступить к тушению огня порошковым огнетушителем или песком.
10. Студент по вине, которого выведена из строя установка или аппаратура несет материальную ответственность.
11. Ответственность за соблюдение правил техники безопасности возлагается на студентов, а контроль за их выполнением ведется руководителем занятий.

## **4. Карты-инструкции по проведению практических занятий**

### **4.1 Практическое занятие №1**

#### **Изучение стандарта МС 9000 по управлению качеством продукции**

*Цель занятия:* познакомиться с технической документацией согласно действующим международным стандартам качества.

##### *Последовательность выполнения задания*

1. Прочитайте представленный текстовый документ ИСО 9000.
2. Выпишите область применения стандарта
3. Выпишите основные понятия и определения.
4. Ответьте на контрольные вопросы
  - Какова роль документации при управлении качеством?
  - В каких ситуациях применяют системы качества?
  - Какие существуют модели для обеспечения качества?

##### *Краткие сведения из теории*

Международная организация по стандартизации (ИСО) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов — членов ИСО). Разработка международных стандартов осуществляется техническими комитетами ИСО. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным и этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ИСО, также принимают участие в работах. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты серии ИСО 9000 сосредоточивают свои

методические указания и требования на удовлетворении потребителя.

Требования общества становятся более жесткими во всем мире. Кроме того, требования и запросы становятся более явными при рассмотрении гигиены и безопасности на рабочем месте, защиты окружающей среды (включая сохранение энергии и естественных ресурсов) и безопасности.

Настоящий стандарт ИСО 9000 уточняет основные понятия в области качества, встречающиеся в международных стандартах по общему руководству качеством и обеспечению качества и содержит методические указания по их выбору и применению.

## **4.2 Практическое занятие №2**

### **Модель для обеспечения качества при проектировании и разработке МС 9001**

*Цель занятия:* познакомиться с технической документацией согласно действующим международным стандартам качества.

*Последовательность выполнения задания*

1. Прочитайте представленный текстовый документ ГОСТ Р ИСО 9001 «Системы качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании».
2. Выпишите область применения стандарта
3. Выпишите основные понятия и определения.
4. Ответьте на контрольные вопросы
  - Какова роль организации в системе менеджмента качества?
  - Какую ответственность несет руководство?
  - Какие ресурсы необходимы для обеспечения качества?
  - Какие входные и выходные данные определяют требования к продукции при проектировании и разработке?



## ***Краткие сведения из теории***

ГОСТ Р ИСО 9001-2001 устанавливает требования к системе менеджмента качества, которые могут использоваться для внутреннего применения организациями, в целях сертификации или заключения контрактов. Он направлен на результативность системы менеджмента качества при выполнении требований потребителей.

Настоящий стандарт представляет собой аутентичный текст стандарта ИСО 9001-2000 "Системы менеджмента качества. Требования".

Требования к системе менеджмента качества, установленные в настоящем стандарте, являются дополняющими по отношению к требованиям к продукции.

### **4.3 Практическое занятие №3**

#### **Модель для обеспечения качества при производстве и монтаже МС 9002**

*Цель занятия:* познакомиться с технической документацией согласно действующим международным стандартам качества.

#### *Последовательность выполнения задания*

1 Прочитайте представленный текстовый документ ГОСТ Р ИСО 9002-96 «Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании»

2 Выпишите область применения стандарта

3 Выпишите основные понятия и определения.

4 Ответьте на контрольные вопросы

- Каковы требования к системе качества?
- Какую ответственность несет руководство?

- Как осуществляется анализ системы качества?
- Какую информацию должна содержать документация на закупку?
- Как осуществляется контроль и испытания в процессе производства?

### *Краткие сведения из теории*

Настоящий стандарт представляет собой аутентичный текст международного стандарта ИСО 9002-94 "Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании"

Настоящий государственный стандарт является одним из трех государственных стандартов, содержащих требования к системе качества, которые можно использовать для внешнего обеспечения качества. Модели обеспечения качества, установленные в стандартах, перечисленных ниже, представляют собой три четко различимые формы требований к системе качества, пригодные для демонстрации поставщиком своих возможностей и оценки этих возможностей внешними сторонами.

Следует подчеркнуть, что требования к системе качества, установленные в настоящем стандарте, ГОСТ Р ИСО 9001-96 и ГОСТ Р ИСО 9003-96, являются дополнительными (не альтернативными) по отношению к техническим требованиям на продукцию. Стандарты устанавливают требования, определяющие элементы, необходимые для включения в системы качества. Целью этих государственных стандартов не является навязывание единообразия системам качества. Стандарты являются общими и не зависят от конкретной отрасли промышленности или сектора экономики. На разработку и внедрение системы качества оказывают влияние специфика потребностей организации, ее конкретные задачи, поставляемая продукция и услуги, а также применяемые процессы и практический опыт.

## 4.4 Практическое занятие №4

### Модель для обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях МС 9003

*Цель занятия:* познакомиться с технической документацией согласно действующим международным стандартам качества.

#### *Последовательность выполнения задания*

1 Прочитайте представленный текстовый документ ГОСТ Р ИСО 9003-96 «Модель обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях»

2 Выпишите область применения стандарта

3 Выпишите основные понятия и определения.

4 Ответьте на контрольные вопросы

- Каковы требования к системе качества?
- Какую ответственность несет руководство?
- Как осуществляется анализ системы качества?
- Какую информацию должна содержать документация на закупку?
- Как осуществляется окончательный контроль и испытания в процессе производства?

#### *Краткие сведения из теории*

Настоящий стандарт представляет собой аутентичный текст международного стандарта ИСО 9003-94 "Системы качества. Модель обеспечения качества при окончательном контроле и испытаниях"

Настоящий государственный стандарт является одним из трех государственных стандартов, содержащих требования к системе качества, которые можно использовать для внешнего обеспечения качества. Модели обеспечения качества, установленные в стандартах, перечисленных ниже, представляют собой три четко различимые формы требований к системе качества, пригодные для демонстрации

поставщиком своих возможностей и оценки этих возможностей внешними сторонами:

Следует подчеркнуть, что требования к системе качества, установленные в настоящем стандарте, в ГОСТ Р ИСО 9001-96 и ГОСТ Р ИСО 9002-96, являются дополнительными (не альтернативными) по отношению к техническим требованиям, установленным на продукцию. Стандарты устанавливают требования, определяющие элементы, необходимые для включения в системы качества. Целью этих государственных стандартов не является навязывание единообразия системам качества. Стандарты являются общими и не зависят от конкретной отрасли промышленности или сектора экономики. На разработку и внедрение системы качества оказывают влияние специфика потребностей организации, ее конкретные задачи, поставляемая продукция и услуги, а также применяемые процессы и практический опыт.

## **4.5 Практическое занятие №5**

### **Общее руководство качеством и элементы системы качества**

#### **МС 9004**

*Цель занятия:* познакомиться с технической документацией согласно действующим международным стандартам качества.

#### *Последовательность выполнения задания*

1 Прочитайте представленный текстовый документ ИСО 9004-94 "Управление качеством и элементы системы качества"

2 Выпишите область применения стандарта

3 Выпишите основные понятия и определения.

4 Ответьте на контрольные вопросы

- Какую ответственность несет руководство?
- Перечислите элементы системы качества?

- Назовите методы финансовой отчетности.
- Какие требования предъявляются к отделу маркетинга?
- Как обеспечивается качество при разработке технических требований?
- Какие проверки предполагают для обеспечения качества продукции?

### *Краткие сведения из теории*

Настоящий стандарт, также как и стандарты серии ИСО 9000, носит общий характер и не зависит от конкретной отрасли промышленности и экономики. Вместе взятые они содержат руководящие указания по управлению качеством и моделям обеспечения качества.

Международные стандарты серии ИСО 9000 содержат описание элементов системы качества. Конкретная организация должна реализовать эти элементы в зависимости от продукции, процессов и индивидуального подхода.

Для достижения поставленных целей организация должна держать под контролем все технические, административные и человеческие факторы, влияющие на качество выпускаемой продукции, будь то технические средства, программные средства, перерабатываемые материалы или услуги. Такой контроль направлен на сокращение, устранение и, что наиболее важно, предотвращение несоответствий установленных требований.

Для потребителя имеют значение затраты на обеспечение безопасности, стоимость приобретения, эксплуатационные затраты, затраты на техническое обслуживание, издержки вследствие простоя и ремонтных расходов, а также вероятные затраты на утилизацию.

В отношении организации следует уделять внимание издержкам вследствие неудовлетворительного сбыта продукции и конструктивных недостатков, включая неудовлетворительную продукцию, переделки, ремонт, замену, повторную обработку, уменьшение производства, гарантии и ремонт в условиях эксплуатации.

## 4.6 Практическое занятие №6

### Разработка карты технического контроля детали

*Цель занятия:* научиться разрабатывать карту контроля и рассчитывать нормы времени на контроль, научиться пользоваться нормативными документами.

#### *Исходные данные*

Рабочий чертеж детали или натурный образец детали

Тип производства – среднесерийный

#### *Последовательность выполнения задания*

1. Выписать исходные данные;
2. Составить карту контроля;
3. Оформить операционный эскиз
4. Выбрать из операционной карты содержание работы в таблицу
5. Рассчитать оперативное время, используя данные таблицы и карты нормативов (Л.3)
6. Рассчитать норму штучно-калькуляционного времени;

#### *Краткие сведения из теории*

При расчете руководствоваться [Л2, Л3].

Различают следующие виды работ:

Расчет нормы штучно-калькуляционного времени на контроль производят суммированием оперативного времени выполнения приемов (комплексов приемов) с учетом времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, времени на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительного времени по следующей формуле:

$$T_{ш-к} = T_{оп} \cdot \left[ 1 + \frac{(a_{обс} + a_{отл})}{100} \right] + \frac{T_{пз}}{n_{п}},$$

где  $T_{on}$  – суммарное оперативное время на выполнение приемов и комплексов приемов, мин;

$T_{n-з}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$a_{отл}$  – время на отдых и личные потребности, в процентах от оперативного времени;

$a_{обс}$  – время на организационно-техническое обслуживание рабочего места, в процентах от оперативного времени,

$n_{п}$  - размер партии.

Затраты оперативного времени на отдельные приемы выбирают по таблицам 6.10...6.14 [ЛЗ].

Нормативы времени на организационно-техническое обслуживание включают затраты на уборку рабочего места в течение смены, смену инструмента и приспособлений и составляют: для условий среднесерийного производства 2%; для условий мелкосерийного производства 3% от оперативного времени.

Нормативы времени на отдых и личные надобности в зависимости от факторов представлены в таблице 6.15.

Нормативы подготовительно-заключительного времени включают затраты времени, относящиеся ко всей партии изделий, они составляют для условий среднесерийного производства 11,5 мин., для условий мелкосерийного производства 15,5 мин.

Операционная карта оформляется согласно ГОСТ 3.1104-81.

Запись данных в бланках следует производить в технологической последовательности выполнения процессов. В соответствии с этими правилами операции нумеруют (5, 10, 15, 20 и т.д.) Переходы нумеруют числами (1, 2, 3 и т.д.).

Графические изображения следует выполнять с применением чертежного инструмента. Изображать изделия на эскизах следует в рабочем положении. Изображения должны содержать размеры, предельные отклонения и обозначения шероховатости поверхности, необходимые для контроля.

## 4.7 Практическое занятие №7

### Разработка карты технического контроля сборки

*Цель занятия:* научиться разрабатывать карту контроля и рассчитывать нормы времени на контроль, научиться пользоваться нормативными документами.

#### *Исходные данные*

Сборочный чертеж или натурный образец сборочной единицы

Спецификация к сборочному чертежу

Тип производства – среднесерийный

#### *Последовательность выполнения задания*

- 1 Выписать исходные данные;
- 2 Составить карту контроля;
- 3 Оформить операционный эскиз.
- 4 Выбрать из операционной карты содержание работы и составить таблицу
- 5 Рассчитать оперативное время, используя данные таблицы и карты нормативов (Л.3)
- 6 Рассчитать норму штучно-калькуляционного времени;

#### *Краткие сведения из теории*

При расчете руководствоваться [Л2, Л3].

Различают следующие виды работ:

Расчет нормы штучно-калькуляционного времени на контроль производят суммированием оперативного времени выполнения приемов (комплексов приемов) с учетом времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, времени на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительного времени по следующей формуле:



$$T_{и-к} = T_{он} \cdot \left[ 1 + \frac{(a_{обс} + a_{отл})}{100} \right] + \frac{T_{пз}}{n_{п}},$$

где  $T_{он}$  – суммарное оперативное время на выполнение приемов и комплексов приемов, мин;

$T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$a_{отл}$  – время на отдых и личные потребности, в процентах от оперативного времени;

$a_{обс}$  – время на организационно-техническое обслуживание рабочего места, в процентах от оперативного времени,

$n_{п}$  – размер партии.

Затраты оперативного времени на отдельные приемы выбирают по таблицам 6.10...6.14 [ЛЗ].

Нормативы времени на организационно-техническое обслуживание включают затраты на уборку рабочего места в течение смены, смену инструмента и приспособлений и составляют: для условий среднесерийного производства 2%; для условий мелкосерийного производства 3% от оперативного времени.

Нормативы времени на отдых и личные надобности в зависимости от факторов представлены в таблице 6.15.

Нормативы подготовительно-заключительного времени включают затраты времени, относящиеся ко всей партии изделий, они составляют для условий среднесерийного производства 11,5 мин., для условий мелкосерийного производства 15,5 мин.

## 4.8 Практическое занятие №8

### Разработка карты технического контроля обмотки

*Цель занятия:* научиться разрабатывать карту контроля и рассчитывать нормы времени на контроль, научиться пользоваться нормативными документами.

### *Исходные данные*

Сборочный чертеж обмотки или натурный образец

Спецификация к сборочному чертежу

Тип производства – среднесерийный

### *Последовательность выполнения задания*

- 1 Выписать исходные данные;
- 2 Составить карту контроля;
- 3 Оформить операционный эскиз.
- 4 Выбрать из операционной карты содержание работы и составить таблицу
- 5 Рассчитать оперативное время, используя данные таблицы и карты нормативов (Л.3)
- 6 Рассчитать норму штучно-калькуляционного времени;

### ***Краткие сведения из теории***

При расчете руководствоваться [Л2, Л3].

Различают следующие виды работ:

Расчет нормы штучно-калькуляционного времени на контроль производят суммированием оперативного времени выполнения приемов (комплексов приемов) с учетом времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места, времени на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительного времени по следующей формуле:

$$T_{ш-к} = T_{оп} \cdot \left[ 1 + \frac{(a_{обс} + a_{отл})}{100} \right] + \frac{T_{пз}}{n_{п}},$$

где  $T_{оп}$  – суммарное оперативное время на выполнение приемов и комплексов приемов, мин;

$T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время, мин;

$a_{отл}$  – время на отдых и личные потребности, в процентах от оперативного времени;

$a_{обс}$  – время на организационно-техническое обслуживание рабочего места, в процентах от оперативного времени,

$n_{п}$  – размер партии.

Затраты оперативного времени на отдельные приемы выбирают по таблицам 6.10...6.14 [ЛЗ].

Нормативы времени на организационно-техническое обслуживание включают затраты на уборку рабочего места в течение смены, смену инструмента и приспособлений и составляют: для условий среднесерийного производства 2%; для условий мелкосерийного производства 3% от оперативного времени.

Нормативы времени на отдых и личные надобности в зависимости от факторов представлены в таблице 6.15.

Нормативы подготовительно-заключительного времени включают затраты времени, относящиеся ко всей партии изделий, они составляют для условий среднесерийного производства 11,5 мин., для условий мелкосерийного производства 15,5 мин.

## **4.9 Практическое занятие №9**

### **Контроль качества изготовления детали**

*Цель занятия.* Обучение приемам измерения геометрических параметров различными инструментами.

#### *Исходные данные*

Рабочий чертеж детали

Натурный образец детали

Набор мерительных инструментов

#### *Последовательность выполнения задания*

1. Выписать исходные данные;
2. Составить карту контроля;
3. Оформить операционный эскиз.
4. Выбрать необходимые мерительные инструменты.
5. Выполнить необходимые замеры и результаты свести в таблицу.
6. Сделать вывод о соответствии контролируемой детали чертежу.

### *Краткие сведения из теории*

При анализе исходных данных необходимо указать наименование детали, массу, материал, способ получения заготовки, технологические свойства, форму, размеры, точность и параметры шероховатости рассматриваемой поверхности. Операционная карта оформляется согласно ГОСТ 3.1104-81.

Графические изображения следует выполнять с применением чертежного инструмента. Изображать изделия на эскизах следует в рабочем положении. Изображения должны содержать размеры, предельные отклонения и обозначения шероховатости поверхности, необходимые для контроля.

## **4.10 Практическое занятие №10**

### **Контроль качества обмотки**

*Цель занятия:* ознакомление с методами контроля обмоток для выявления соответствия чертежу.

#### *Исходные данные*

Сборочный чертеж обмотки

Спецификация к сборочному чертежу

Натурный образец обмотки

Набор мерительных инструментов и приспособлений

#### *Последовательность выполнения задания*

1. Выписать исходные данные;
2. Составить карту контроля;
3. Оформить операционный эскиз.
4. Выбрать необходимые мерительные инструменты.
5. Выполнить необходимые замеры и результаты свести в таблицу.
6. Сделать вывод о соответствии контролируемой обмотки чертежу.

### *Краткие сведения из теории*

При анализе исходных данных необходимо указать наименование сборочной единицы, способ получения обмотки, форму, размеры, точность и другие параметры обмотки.

Операционная карта оформляется согласно ГОСТ 3.1104-81.

Графические изображения следует выполнять с применением чертежного инструмента. Изображать изделия на эскизах следует в рабочем положении. Изображения должны содержать размеры, предельные отклонения и другие параметры, необходимые для контроля.

## **4.11 Практическое занятие №11**

### **Контроль качества сборки электрической машины**

*Цель занятия:* ознакомление с методами контроля установочно-присоединительных размеров электрических машин для выявления соответствия чертежу.

#### *Исходные данные*

Сборочный чертеж электрической машины

Спецификация к сборочному чертежу

Натурный образец электрической машины

Набор мерительных инструментов и приспособлений

#### *Последовательность выполнения задания*

1. Выписать исходные данные;
2. Составить карту контроля;
3. Оформить операционный эскиз.
4. Выбрать необходимые мерительные инструменты.
5. Выполнить необходимые замеры и результаты свести в таблицу.
6. Сделать вывод о соответствии контролируемой электрической машины чертежу.

### *Краткие сведения из теории*

При анализе исходных данных необходимо указать наименование сборочной единицы, способы соединения, форму, размеры, точность и другие параметры электрической машины.

Операционная карта оформляется согласно ГОСТ 3.1104-81.

Графические изображения следует выполнять с применением чертежного инструмента. Изображать изделия на эскизах следует в рабочем положении. Изображения должны содержать размеры, предельные отклонения и другие параметры, необходимые для контроля.

## **4.12 Практическое занятие №12**

### **Контроль качества сборки трансформатора**

*Цель занятия:* ознакомление с методами контроля установочно-присоединительных размеров трансформаторов для выявления соответствия чертежу.

#### *Исходные данные*

Сборочный чертеж трансформатора

Спецификация к сборочному чертежу

Натурный образец трансформатора

Набор мерительных инструментов и приспособлений

#### *Последовательность выполнения задания*

1. Выписать исходные данные;
2. Составить карту контроля;
3. Оформить операционный эскиз.
4. Выбрать необходимые мерительные инструменты.
5. Выполнить необходимые замеры и результаты свести в таблицу.
7. Сделать вывод о соответствии контролируемого трансформатора чертежу.

### *Краткие сведения из теории*

При анализе исходных данных необходимо указать наименование сборочной единицы, способы соединения, форму, размеры, точность и другие параметры трансформатора.

Операционная карта оформляется согласно ГОСТ 3.1104-81.

Графические изображения следует выполнять с применением чертежного инструмента. Изображать изделия на эскизах следует в рабочем положении. Изображения должны содержать размеры, предельные отклонения и другие параметры, необходимые для контроля.

## **4.13 Практическое занятие №13**

### **Ознакомление с измерительными механизмами различных систем**

*Цель занятия.* Ознакомиться с конструкцией приборов магнитоэлектрической и электромагнитной систем.

#### *Оборудование и приборы*

Амперметр магнитоэлектрической системы

Вольтметр электромагнитной системы

#### *Последовательность выполнения задания*

- 1 Запишите паспортные данные амперметров и вольтметров (класс точности, номинальное значение, система, заводской номер, завод-изготовитель).
- 2 Частично разобрав приборы, предназначенные для этой цели, рассмотреть устройство успокоителя и корректора, а также

- установить отличие электрической цепи вольтметра от электрической цепи амперметра и начертить их схемы.
- 3 Выполните эскизы исследуемых приборов и покажите основные элементы конструкции.
  - 4 Сравните приборы различных систем, укажите их достоинства и недостатки.

### *Краткие сведения из теории*

Основным элементом каждого показывающего прибора является измерительный механизм. Он состоит из подвижной и неподвижной частей. Подвижная часть перемещается при включении прибора в контролируемую электрическую цепь. Момент сил, вызывающий перемещение подвижной части механизма, называют вращающим моментом. Момент сил, препятствующий перемещению подвижной части прибора, называют противодействующим моментом.

Таким образом, при включении прибора в электрическую цепь на подвижную часть его измерительного механизма будут действовать два момента сил: вращающий и противодействующий. Перемещение подвижной части происходит только до тех пор, пока вращающий момент превышает момент противодействующий. Когда возрастающий с углом закручивания противодействующий момент окажется равным вращающему моменту, перемещение подвижной части прибора прекратится и наступит равновесие. Отклонившаяся стрелка прибора займет определенное положение в соответствии с измеряемой величиной.

После выключения прибора его подвижная часть под действием момента закрученной пружины возвращается в исходное положение.

Успокоитель применяется для того, чтобы заставить подвижную часть прибора возможно скорее занять положение равновесия. Наибольшее распространение получили магнитоиндукционный и воздушный успокоители.



## 4.14 Практическое занятие №14

### Расчет шунта многопредельного амперметра

*Цель занятия.* Научиться рассчитывать шунты многопредельных магнитоэлектрических приборов для расширения пределов измерения.

#### *Исходные данные*

Таблица 1.14- Исходные данные по вариантам

Вариант	Входной ток, мкА	Сопротивление измерительного механизма, Ом	Предел измерения, мА	Предел измерения, мА
1	100	1000	0,5	10
2	100	1000	1	100
3	100	1000	5	50
4	100	1000	10	100
5	100	1000	5	500
6	100	1000	50	100
7	100	1000	0,5	5
8	100	1000	1	10
9	100	1000	0,5	50
10	100	1000	10	500

#### *Последовательность выполнения задания*

1. Выписать исходные данные;
2. Начертите схему соединения измерительного механизма с шунтом;
3. Рассчитайте коэффициент шунта;
4. Рассчитайте шунты многопредельного амперметра.
5. Сделать выводы о том, как связана величина измеряемого тока с величиной сопротивления шунта.

#### *Краткие сведения из теории*

Магнитоэлектрический механизм, включенный непосредственно в электрическую цепь, позволяет измерять малые постоянные токи. Для того, чтобы измерять большие токи используют измерительные цепи, включающие в

себя шунты. Шунты применяются для расширения пределов измерения по току, при этом большая часть измеряемого тока пропускают через шунт, а – меньшую часть через измерительный механизм. Шунт характеризуется номинальным значением входного тока и номинальным значением выходного напряжения.

Номинальное сопротивление шунта

$$R_{\text{ш}} = \frac{U_{\text{ном}}}{I_{\text{ном}}}.$$

Ток, протекающий через измерительный механизм, связан с измеряемым током зависимостью

$$I_{\text{и}} = I \frac{R_{\text{ш}}}{R_{\text{ш}} + R_{\text{и}}}$$

где  $R_{\text{и}}$  - сопротивление измерительного механизма.

Сопротивление шунта

$$R_{\text{ш}} = \frac{R_{\text{и}}}{n-1}$$

где  $n$ - коэффициент шунтирования

$$n = \frac{I}{I_{\text{и}}}$$

Шунты изготавливают из манганина, сплава с высоким удельным сопротивлением и малой зависимостью его от температуры.

Включение шунта в электрическую цепь производится параллельно измерительному механизму.

## 4.15 Практическое занятие №15

### Расчет резисторов многопредельного вольтметра

*Цель занятия.* Научиться рассчитывать добавочные резисторы многопредельных приборов для расширения пределов измерения.

#### *Исходные данные*

Таблица 1.14- Исходные данные по вариантам

Вариант	Входной ток, мкА	Сопротивление измерительного механизма, Ом	Предел измерения, В	Предел измерения, В
1	100	1000	1	10
2	100	1000	10	100
3	100	1000	100	1000
4	100	1000	0,5	10
5	100	1000	30	300
6	100	1000	10	60
7	100	1000	20	100
8	100	1000	6	600
9	100	1000	2	200
10	100	1000	5	50

#### *Последовательность выполнения задания*

1. Выписать исходные данные;
2. Начертите схему соединения измерительного механизма с добавочным резистором;
3. Рассчитайте коэффициент расширения пределов измерения напряжения;
4. Рассчитайте добавочные резисторы многопредельного вольтметра.
5. Сделать выводы о том, как связана величина измеряемого напряжения с величиной сопротивления добавочного резистора.

#### *Краткие сведения из теории*

Добавочные резисторы применяются для расширения пределов измерения по напряжению вольтметров различных систем и других приборов, имеющих параллельные цепи (ваттметры, счетчики энергии, фазометры).

Добавочный резистор включают последовательно с измерительным механизмом.

Ток, протекающий через измерительный механизм

$$I_{\text{и}} = \frac{U}{R_{\text{и}} + R_{\text{д}}}$$

где  $U$ —измеряемое напряжение.

Сопротивление добавочного резистора

$$R_{\text{д}} = R_{\text{и}}(n - 1)$$

где  $n$ - коэффициент расширения предела измерения вольтметра.

$$n = \frac{U}{U_{\text{и}}}$$

Добавочные резисторы изготавливают из манганина, сплава с высоким удельным сопротивлением и малой зависимостью его от температуры.

Напряжение вольтметра без добавочного резистора

$$U_{\text{и}} = I_{\text{и}}R_{\text{и}}$$

## 4.16 Практическое занятие №16

### Поверка амперметра

*Цель занятия:* ознакомление с методикой поверки показывающих приборов прямого действия для выявления соответствия прибора обозначенному на нем классу точности.

### *Оборудование и приборы*

Источник питания – лабораторный автотрансформатор.

Поверяемый амперметр с пределом измерения до 5 А.

Образцовый амперметр, класс точности должен быть выше класса точности поверяемого амперметра.

Два ползунковых реостата на 10...30 Ом с предельно допустимым током 5 А.

### *Краткие сведения из теории*

Поверку приборов производят путем сравнения показаний испытуемых приборов с показаниями образцового прибора. Например, приборы класса точности 2,5 поверяют путем сличения их показаний с показаниями приборов класса 0.5.

Вычисление погрешностей производят по формулам

$$\Delta = X_{\text{п}} - X$$

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_{\text{п}}} 100$$

$$\gamma_{\text{вар}} = \frac{X_{\text{д.восх.}} - X_{\text{д.нисх.}}}{X_{\text{н}}} 100,$$

где  $\Delta$  – абсолютная погрешность;  $X_{\text{п}}$  – показания поверяемого прибора;  $X$  – показания образцового прибора;  $\gamma$  – приведенная погрешность в процентах;  $X_{\text{н}}$  – нормирующее значение поверяемого прибора;  $\gamma_{\text{вар}}$  – вариация показаний в процентах.

### *Последовательность выполнения занятия*

1. Запишите паспортные данные образцового и поверяемого амперметров (класс точности, номинальное значение, система, заводской номер, завод-изготовитель).

2. Начертите схему поверки амперметра. Один реостат использовать в качестве потенциометра, подключаемому к источнику питания, а другой включить последовательно с образцовым и поверяемым амперметрами.
3. Соберите по схеме электрическую цепь и покажите для проверки преподавателю.
4. С помощью корректора установить стрелки амперметров на нулевые отметки шкал. Если образцовый амперметр многопредельный, то перед началом измерений определить цену деления.
5. Включить источник питания и, плавно изменяя ток, установить указатель поверяемого прибора на всех числовых отметках шкалы при увеличении и уменьшении тока. Результаты измерений записать в таблицу.
6. Вычислите погрешности и вариации показаний для каждой точки.
7. Результаты вычислений занесите в таблицу.
8. Сделайте вывод о полученных погрешностях прибора и допускаемых для данного прибора отклонений.
9. В отчете представить схему поверки прибора, таблицу измерений и вычислений, паспортные данные приборов.

Таблица 16.1- Результаты наблюдений и вычислений

Показан ия поверяе мого прибора $X_p, A$	Показания образцового прибора $X, A$			Абсолютные погрешности $\Delta, A$		Приведенная погрешность	Вариация показаний
	Цен а деле ния	При увелич ении тока	При уменьше нии тока	При увелич ении тока	При умень шени и тока		

## 4.17 Практическое занятие №17

### Поверка вольтметра

*Цель занятия:* ознакомление с методикой поверки показывающих приборов прямого действия для выявления соответствия прибора обозначенному на нем классу точности.

#### *Оборудование и приборы*

Источник питания – лабораторный автотрансформатор.

Поверяемый вольтметр

Образцовый амперметр, класс точности должен быть выше класса точности поверяемого амперметра.

Ползунковый реостат

#### *Краткие сведения из теории*

Поверку приборов производят путем сравнения показаний испытуемых приборов с показаниями образцового прибора. Например, приборы класса точности 2,5 поверяют путем сличения их показаний с показаниями приборов класса 0.5.

Вычисление погрешностей производят по формулам

$$\Delta = X_{\text{п}} - X$$

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_{\text{п}}} 100$$

$$\gamma_{\text{вар}} = \frac{X_{\text{д.восх.}} - X_{\text{д.нисх.}}}{X_{\text{н}}} 100,$$

где  $\Delta$  – абсолютная погрешность;  $X_{\text{п}}$  – показания поверяемого прибора;  $X$  – показания образцового прибора;  $\gamma$  – приведенная погрешность в процентах;  $X_{\text{н}}$  – нормирующее значение поверяемого прибора;  $\gamma_{\text{вар}}$  – вариация показаний в процентах.

### *Последовательность выполнения занятия*

- 1 Запишите паспортные данные образцового и поверяемого вольтметров (класс точности, номинальное значение, система, заводской номер, завод-изготовитель).
  - 2 Начертите схему поверки вольтметра. Реостат использовать в качестве потенциометра, подключаемому к источнику питания, а образцовый и поверяемый вольтметры - параллельно к зажимам потенциометра.
  - 3 Соберите по схеме электрическую цепь и покажите для проверки преподавателю.
  - 4 С помощью корректора установить стрелки вольтметров на нулевые отметки шкал. Если образцовый вольтметр многопредельный, то перед началом измерений определить цену деления.
  - 5 Включить источник питания и, плавно изменяя напряжение, установить указатель поверяемого прибора на всех числовых отметках шкалы при увеличении и уменьшении напряжения. Результаты измерений записать в таблицу.
  - 6 Вычислите погрешности и вариации показаний для каждой точки.
  - 7 Результаты вычислений занесите в таблицу.
  - 8 Сделайте вывод о полученных погрешностях прибора и допускаемых для данного прибора отклонений.
- В отчете представить схему поверки прибора, таблицу измерений и вычислений, паспортные данные приборов.



Таблица 16.1- Результаты наблюдений и вычислений

Показания поверяемого прибора $X_n, A$	Показания образцового прибора $X, A$			Абсолютные погрешности $\Delta, A$		Приведенная погрешность	Вариация показаний
	Цена деления	При увеличении тока	При уменьшении тока	При увеличении тока	При уменьшении тока		

## 4.18 Практическое занятие №18

### Поверка однофазного счетчика

*Цель занятия.* Ознакомиться с конструкцией однофазного счетчика.  
Провести поверку счетчика.

#### *Оборудование и приборы*

Поверяемый однофазный счетчик на номинальный ток 5А и номинальное напряжение 220 В

Образцовый ваттметр

Образцовый амперметр

Образцовый вольтметр

Однофазный счетчик переменного тока для ознакомления с конструкцией

Ползунковый реостат 1000 Ом

Секундомер

Двухполюсный рубильник

## Последовательность выполнения задания

1. Ознакомиться с конструкцией счетчика, зарисовать конструкцию.
2. Записать паспортные данные поверяемого счетчика (тип, номинальное напряжение, номинальный ток).
3. Начертить схему поверки счетчика.
4. Собрать цепь для испытания счетчика по составленной схеме.
5. Установить стрелки приборов на нулевые отметки шкал.
6. Включить источник питания на максимальное сопротивление, плавно увеличить ток, отметить предельно допустимое значение.
7. Отключить нагрузку и проверить отсутствие самохода.
8. Включить цепь нагрузки и установить ток 25% от номинального тока счетчика. Отсчитать время по секундомеру, соответствующее целому числу оборотов диска счетчика, измерить ток, напряжение и мощность.  
Результаты занести в таблицу.
9. Повторить измерения для тока 50 и 100% от номинального тока счетчика.  
Результаты записать в таблицу.
10. Определить наименьший ток, при котором начинает работать счетчик.
11. Сделать заключение об исправности счетчика. По условиям стандарта счетчик считается исправным, если его максимальная относительная погрешность не превышает допустимой, он не имеет самохода и начинает вращаться при нагрузках, не превышающих 2% от номинальной.

Таблица 18.1- Результаты измерений и вычислений

Нагрузка	Измеряемые величины					Вычисляемые величины			
	U	I	P	N	t	$K_H$	$K_D$	$\Delta K$	$\beta$
%	B	A	Bт	об	сек	Вт*с/об			%
25									
50									
100									

## *Краткие сведения из теории*

Учитывать активную энергию в цепях переменного тока можно с помощью ваттметра и секундомера путем измерения активной мощности нагрузки и времени потребления энергии.

$$W = P * t$$

На практике для измерения активной энергии переменного тока применяют индукционные счетчики.

Коэффициент пропорциональности  $K$  называют постоянной счетчика.

Действительная постоянная

$$K_d = \frac{Pt}{N}$$

Номинальная постоянная счетчика определяется по паспортным данным, указанным на его щитке.

Например, на щитке написано «1 кВт\*ч = 2500 об». Тогда номинальная постоянная будет равна

$$K_n = \frac{1000 \text{ Вт} * 3600 \text{ с}}{2500 \text{ об}} = 1440 \text{ Вт} * \text{с/об}$$

Погрешность измерения счетчика определяется отношением

$$\beta = \frac{W_x - W}{W} 100\%$$

где  $W_x$  - значение энергии, отсчитанное по показанию счетчика;

$W$  – действительно израсходованная энергия за то же время.

По точности счетчики активной энергии делятся на три класса 1; 2; 2,5.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сибикин М.Ю., Сибикин Ю.Д. Производство электрических машин. Учебное пособие.- М.: ИП РадиоСофт,2014.- 360 с.: ил.
2. Новицкий Н.И. Организация производства: учебное пособие.-М.: КНОРУС, 2009.- 352 с.- СПО
3. Хромоин П.К. Электротехнические измерения. М. Форум. 2008.
- 4 Управление качеством: Учебник для вузов / С.Д. Ильенкова, Н.Д. Ильенкова, В.С. Мхитарян и др.; Под ред. С.Д. Ильенковой. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2003. – 334 с.
- 5 Госстандарт России - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001