



Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Сыктывкарский лесопромышленный техникум»

«Сыктывкарса вör промышленносьт техникум»
уджикасö велöдан канму учреждение

Утверждаю
Директор ГПОУ «СЛТ»
И.Н. Герко
30.08.2019 г.



Комплект
контрольно-оценочных средств по профессиональному модулю

ПМ.03 **Техническое обслуживание и эксплуатация контрольно-измерительных приборов и систем автоматики**

программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих
по профессии

15.01.31 **Мастер контрольно – измерительных приборов и автоматики**

Разработчик:

ГПОУ «СЛТ»

преподаватель дисциплин
общепрофессионального
и профессионального цикла

О.В. Исакова

Эксперты от работодателя:

ООО «Параметр»
(место работы)

ген. директор
(занимаемая должность)

Карбачев В.С.
(Ф.И.О.)



Сыктывкар
2019

1. Общие положения

Результатом освоения профессионального модуля является готовность студента к выполнению вида профессиональной деятельности

техническое обслуживание и эксплуатация приборов и систем автоматики в соответствии с регламентом, требованиями охраны труда, бережливого производства и экологической безопасности

и составляющих его профессиональных компетенций, а также общие компетенции, формирующиеся в процессе освоения ППКРС в целом.

Формой аттестации по профессиональному модулю является экзамен (квалификационный). Итогом этого экзамена является однозначное решение: «вид профессиональной деятельности «освоен / не освоен».

2. Результаты освоения модуля, подлежащие проверке

2.1. Профессиональные и общие компетенции

В результате контроля и оценки по профессиональному модулю осуществляется комплексная проверка следующих профессиональных и общих компетенций

Профессиональные компетенции	Показатели оценки результата
ПК 1. Осуществлять подготовку к использованию оборудования и устройств для поверки и проверки приборов и систем автоматики в соответствии с заданием.	<ol style="list-style-type: none">1. Подбирать необходимые приборы и инструменты.2. Оценивать пригодность приборов и инструментов к использованию.3. Подготавливать приборы к работе.
ПК 2. Определить последовательность и оптимальные режимы обслуживания приборов и систем автоматики в соответствии с заданием.	<ol style="list-style-type: none">1. Выполнять работы по восстановлению работоспособности автоматизированных систем, контроллеров и др. оборудования.2. Разрабатывать рекомендации для устранения отказов приборов кип и систем автоматики.3. Эксплуатировать и обслуживать безопасно системы автоматики.4. Выполнять техническое обслуживание различных контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.5. Проводить диагностику контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.6. Восстанавливать контрольно-измерительные приборы и системы автоматики.
ПК 3. Осуществлять поверку и проверку контрольно-	<ol style="list-style-type: none">1. Уметь контролировать линейные размеры деталей и узлов.

измерительных приборов и систем автоматики в соответствии с заданием с соблюдением требований к качеству выполненных работ.	2. Проводить проверку работоспособности блоков различной сложности. 3. Пользоваться поверочной аппаратурой. 4. Работать с поверочной аппаратурой. 5. Проводить проверку комплектации и основных характеристик приборов и материалов. 6. Оформлять сдаточную документацию.
---	---

Общие компетенции	Показатели оценки результата
ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.	1. Распознавание сложных проблемных ситуаций в различных контекстах. 2. Проведение анализа сложных ситуаций при решении задач профессиональной деятельности. 3. Определение этапов решения задачи. 4. Определение потребности в информации. 5. Осуществление эффективного поиска. 6. Выделение всех возможных источников нужных ресурсов, в том числе неочевидных. 7. Разработка детального плана действий. 8. Оценка рисков на каждом шагу. 9. Оценивает плюсы и минусы полученного результата, своего плана и его реализации, предлагает критерии оценки и рекомендации по улучшению плана.
ОК 2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.	1. Планирование информационного поиска из широкого набора источников, необходимого для выполнения профессиональных задач. 2. Проведение анализа полученной информации, выделяет в ней главные аспекты. 3. Структурировать отобранную информацию в соответствии с параметрами поиска. 4. Интерпретация полученной информации в контексте профессиональной деятельности.

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Использование актуальной нормативно-правовой документацию по профессии. 2. Применение современной научной профессиональной терминологии. 3. Определение траектории профессионального развития и самообразования.
ОК 4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Участие в деловом общении для эффективного решения деловых задач. 2. Планирование профессиональной деятельности.
ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Грамотно устно и письменно излагать свои мысли по профессиональной тематике на государственном языке. 2. Проявление толерантность в рабочем коллективе.
ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе общечеловеческих ценностей.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Понимать значимость своей профессии. 2. Демонстрация поведения на основе общечеловеческих ценностей.
ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Соблюдение правил экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности. 2. Обеспечивать ресурсосбережение на рабочем месте.
ОК 8. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сохранение и укрепление здоровья посредством использования средств физической культуры. 2. Поддержание уровня физической подготовленности для успешной реализации профессиональной деятельности.
ОК 9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применение средств информатизации и информационных технологий для реализации профессиональной деятельности.
ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на	<ol style="list-style-type: none"> 1. Применение в профессиональной деятельности инструкций на государственном и иностранном

государственном и иностранном языке.	языке. 2. Ведение общения на профессиональные темы.
ОК 11. Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.	1. Определение инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности. 2. Составлять бизнес-план. 3. Презентовать бизнес-идею. 4. Определять источники финансирования. 5. Применять грамотные кредитные продукты для открытия дела.

1.2. Иметь практический опыт – уметь – знать

В результате изучения профессионального модуля студент должен:

иметь практический опыт:

ПО 1.	в подготовке к использованию оборудования и устройств для поверки и проверки приборов и систем автоматики в соответствии с заданием;
ПО 2.	в определении последовательности и оптимальных режимов обслуживания приборов и систем автоматики в соответствии с заданием и требованиями технической документации;
ПО 3.	в поверке и проверке контрольно-измерительных приборов и систем автоматики в соответствии с заданием с соблюдением требований к качеству выполнения работ.

уметь:

У 1	пользоваться поверочной аппаратурой;
У 2	производить проверку комплектации и основных характеристик приборов и аппаратуры;
У 3	выполнять основные слесарные работы (обрабатывать детали по 11-12 квалитетам с подгонкой и доводкой, сверлить зенкеровать, зенковать резьбу, выполнять шабрение и притирку, навивать пружины);
У 4	контролировать линейные размеры деталей и узлов универсальным и контрольно-измерительным инструментом;
У 5	проводить проверку работоспособности блоков различных степеней сложности, систем питания, приборов и информационно-измерительных систем с использованием образцовых приборов;
У 6	приводить параметры работы приборов и установок промышленной автоматики, телемеханики, связи, электронно-механических испытательных и электрогидравлических машин и стендов в соответствие с требованиями технической документации;
У 7	выполнять работы по восстановлению работоспособности автоматизированных систем, программируемых контроллеров и другого оборудования в рамках своей

	компетенции;
У 8	разрабатывать рекомендации для устранения отказов в работе контрольно-измерительных приборов и систем автоматики;
У 9	безопасно эксплуатировать и обслуживать системы автоматики;
У 10	оценивать качество результатов собственной деятельности;
У 11	оформлять сдаточную документацию.

знать:

З 1	конструкторскую, производственно-технологическую и нормативную документацию, необходимую для выполнения работ;
З 2	принципы взаимозаменяемости изделий, сборочных единиц и механизмов, допуски и посадки;
З 3	основные характеристики измерительных инструментов и их классификацию;
З 4	погрешности измерений;
З 5	технология выполнения основных слесарных работ;
З 6	основные сведения об измерениях и средствах их проведения;
З 7	основные типы и виды приборов;
З 8	основные метрологические термины и определения;
З 9	назначение и виды измерений;
З 10	назначение метрологического контроля;
З 11	принцип поверки технических средств измерений по образцовым приборам;
З 12	понятие о поверочных схемах;
З 13	порядок работы с поверочной аппаратурой;
З 14	правила обеспечения безопасности труда и экологической безопасности при проведении измерений, эксплуатации приборов и измерительной аппаратуры;
З 15	способы проведения технологических и тестовых программ;
З 16	тестовые программы, принципы работы и последовательность применения;
З 17	способы коррекции технологических и тестовых программ; основные направления совершенствования автоматизации производственных и технологических процессов;
З 18	технология организации комплекса работ по поиску неисправностей устройств;
З 19	технология диагностики контроль-измерительных приборов, систем и комплексов;
З 20	технические условия эксплуатации автоматизированных систем;
З 21	нормы и правила пожарной безопасности при эксплуатации и обслуживании автоматизированных систем;
З 22	последовательность и требуемые характеристики сдачи выполненных работ;
З 23	правила оформления сдаточной технической документации.

2. Формы промежуточной аттестации по профессиональному модулю

Элемент модуля	Форма контроля и оценивания	
	Промежуточная аттестация	Текущий контроль
МДК 03.01	Экзамен	Выполнение практических заданий
УП.03	Дифференцированный зачёт	Выполнение тестовых и учебно-производственных работ
ПП.03	Дифференцированный зачёт	Выполнение тестовых заданий
ПМ.03	Экзамен (квалификационный)	Выполнение учебно-производственных работ

3. Оценка освоения междисциплинарных курсов

МДК.03.01 Технология эксплуатации контрольно-измерительных приборов и систем
автоматики

3.1. Основные положения

Предметом оценки являются умения и знания. Контроль и оценка осуществляется с использованием следующих форм и методов: для проведения текущего и рубежного контроля – практические задания, для промежуточной аттестации – экзамен.

3.2. Комплекты контрольно-оценочных средств по

МДК. 03.01 Технология эксплуатации контрольно-измерительных приборов и систем
автоматики

**Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Сыктывкарский лесопромышленный техникум»**

«Сыктывкарса вör промышленносът техникум»
уджсикасö велöдан канму учреждение

РАССМОТРЕНО
на заседании МК «Профессионального цикла»
Протокол № 1 от «30» августа 2019 г.
Председатель МК _____ О.В. Исакова

УТВЕРЖАЮ:
Зам. директора
_____ М.А. Арцер
«30» августа 2019 г.

Комплект контрольно-оценочных средств по

МДК 03.01 Технология эксплуатации контрольно-измерительных приборов и
систем автоматики

Форма контроля:	текущий
Тип контрольного задания:	практическая работа
Проверяемые результаты обучения:	ПК.1, ПК.2, ПК.3 ОК.1, ОК.2, ОК.3, ОК.4, ОК.5, ОК.6, ОК.7, ОК.8, ОК.9, ОК.10, ОК.11

Критерии оценки

Оценка	Критерии
«Отлично» - 5	1. дан полный ответ на основе изученных теорий; 2. материал понят и осознан; 3. материал изложен в определенной логической последовательности литературным языком; 4. ответ самостоятельный.
«Хорошо» - 4	1. дан правильный ответ на основе изученных теорий; 2. материал понят и осознан; 3. материал изложен в определенной логической последовательности литературным языком; 4. допущены 2-3 не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, или некоторая неполнота ответа, шероховатость в изложении материала.
«Удовлетворительно» - 3	1. материал в основном изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки; 2. ответ неполный, построен несвязно, с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«Неудовлетворительно» - 2	ответ обнаруживает незнание или непонимание большей и наиболее существенной части учебного материала

Составитель:

Исакова О.В. преподаватель дисциплин общепрофессионального и профессионального
цикла

Практическая работа № 1

Составление графика технического обслуживания контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

Цель работы приобретение обучающимися навыков составления графика технического обслуживания контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.

Нормативные документы СТО 70238424.27.100.037-2009: Системы КИП

Задание:

1. Внимательно изучите и проанализируйте материал по теме.
2. Ответьте на вопросы (в письменной форме):
 - a. Перечислите основные цели и задачи ТОиР КИПиА.
 - b. Опишите и дайте характеристику каждому периоду технического обслуживания КИПиА.
 - c. Перечислите перечень документов необходимых при составлении и ведении системы ТО и ремонта КИПиА.
 - d. Назовите принципы организации технического обслуживания.
 - e. Составьте годовой план-график ТО и ремонта КИПиА.

1. Техническое обслуживание и ремонт контрольно-измерительных приборов и автоматики безопасности теплотехнического оборудования

Настоящий СО устанавливает основные положения организации ТОиР контрольно-измерительных приборов и автоматики безопасности (КИПиА) теплотехнического оборудования, определяет номенклатуру, виды и содержание работ, порядок их проведения и учета, периодичность ТОиР, нормы расхода материалов, запасных частей и обменного фонда оборудования, узлов и деталей, формы и образцы документации.

Основными целями ТОиР КИПиА являются:

- повышение эффективности производства за счет получения достоверных данных от КИПиА по контролю за технологическими процессами;
- обеспечение безопасности всех производственных процессов соблюдение экологической безопасности;
- обеспечение работоспособности оборудования и предупреждение преждевременного выхода его из строя;
- улучшение качества обслуживания при минимальных затратах времени, трудовых и материальных ресурсах.

Задачами проведения ТОиР является проведение мероприятий по улучшению:

- оперативного контроля и управления производственными процессами;
- оптимизация режимов работы технологических объектов;
- снижения трудоёмкости управления технологическими процессами;
- замены физически и морально устаревших средств автоматизации, проведение плановых ремонтов.

2. Периодичность технического обслуживания

В зависимости от объема, содержания и периодичности работ ТО подразделяется на ТО-1, ТО-2, ТО-3.

Периодичность проведения и содержание (регламент) данных работ устанавливается для каждого вида технических средств и систем на основании инструкций, руководства по эксплуатации, рекомендаций завода-изготовителя и требований заказчика.

С учетом специфики эксплуатации КИПиА, изношенности оборудования, структура проведения ТОиР может меняться по согласованию с той или иной эксплуатирующей организацией.

Структура технического обслуживания на большинство приборов принята:

- ежемесячное техническое обслуживание – ТО-1;
- ежеквартальное техническое обслуживание – ТО-2;
- ежегодное техническое обслуживание – ТО-3.

3. Типовой перечень работ технического обслуживания и ремонта КИПиА

3.1. Объем работ ТО-1:

1. Подготовительные работы.
2. Внешний осмотр: проверка целостности заземления, исправности сигнальных ламп, световых табло, пакетных выключателей и звуковой сигнализации, состояния крепления реле внутри щитов, целостности изоляции проводов, соответствие номиналов предохранителей.
3. Проверка напряжения схем по показаниям приборов.
4. Проверка состояния схем автоматики безопасности и герметичности выходных импульсных линий от датчиков до приборов.
5. Внешний осмотр и проверка состояния регулирующих, электрических, соленоидных клапанов, резьбовых и электрических соединений.
6. Проверка отсутствия механических повреждений на приборах и датчиках контроля, регулирования, сигнализации температуры, расхода, давления, разряжения, уровня, пламени.
7. Проверка надежности крепления узлов и элементов приборов, электрических соединений, наличия пломб.
8. Визуальный контроль состояния контрольных кабелей, кабельных лотков и эстакад, соединительных и клеммных коробок, кабельных вводов.
9. Проверка автоматики безопасности по всем параметрам согласно карте установок на водогрейные котлы на газообразном и жидком топливе.
10. Чистка от пыли и грязи.
11. Устранение обнаруженных неисправностей.
12. Оформление установленных регламентом документов.

3.2. Объем работ ТО-2:

1. Выполнение объема работ, предусмотренного ТО-1.
2. Частичное снятие напряжения питания, проверка отсутствия напряжения.
3. Проверка схем управления и регулирования, срабатывания средств сигнализации.
4. Проверка исправности и правильности показаний приборов и датчиков температуры, расхода, давления, разрежения, пламени.
5. Чистка контактов сигнальных устройств, проверка срабатывания.
6. Проверка и подтяжка сальниковых уплотнителей, настройка работы конечных выключателей и хода регулирующих, соленоидных, клапанов.
7. Смазка трущихся частей.

8. Частичная разборка датчиков уровня, снятие, промывка, установка поплавка.
9. Проверка входных и выходных сигналов, качества регулирования, корректировка настроечных параметров.
10. Подтяжка креплений соединительных и клеммных коробок.
11. Чистка и подтяжка соединений на клеммных колодках.
12. Измерение параметров соединительных кабелей, проводов.
13. Оформление установленных регламентом документов.

3.3. Объем работ ТО-3:

1. Выполнение объема работ, предусмотренного ТО-2.
2. Измерение тока срабатывания и возврата реле.
3. Отключение питания, чистка контактных соединений, разъемов от пыли, восстановление изоляции на концах проводов, подтяжка контактных соединений, включение питания.
4. Ревизия схемы защиты, управления и сигнализации.
5. Замена неисправных реле, кнопок управления, сигнальных ламп, элементов автоматики, проверка состояния жгутов.
6. Снятие приборов и датчиков, требующих ремонта и поверки.
7. Оформление и отправка приборов в ремонт, поверку и калибровку.
8. Установка поверенных приборов, пуск и регулировка по месту.
9. Замена неисправных датчиков, измерение сопротивления линии датчиков, проверка исправности подгоночных катушек, правильности подключения датчиков по схеме.
10. Измерение сопротивления заземления и изоляции контрольных и соединительных кабелей.
11. Подкраска и возобновление надписей на щите.
12. Замена пришедших в негодность металлорукавов.
13. Устранение всех обнаруженных неисправностей.
14. Комплексное опробование или комплексная проверка цепей защиты, управления, сигнализации.
15. Оформление установленных регламентом документов.

4. Планирование и учет работ по ТОиР

4.1. Формы документации по техническому обслуживанию

Система ТО и ремонта КИПиА теплотехнического оборудования предусматривает составление и ведение следующих документов:

- годового план-графика ТОиР;
- годового план-графика проверки работоспособности сигнализаторов загазованности;
- годового план-графика проверки автоматики безопасности;
- годового план-графика проверки КИП;
- инструкций и методик проверки работоспособности автоматики безопасности;
- оперативный журнал регистрации работ по ТОиР КИПиА;
- ежемесячных актов приемки-сдачи работ по техническому обслуживанию;
- технических паспортов оборудования КИПиА.

4.2. Разработка план-графиков

Исходными данными для разработки план-графиков ТОиР КИПиА являются:

- ожидаемые данные о фактической наработке (в часах) или календарном времени эксплуатации (в месяцах) приборов и оборудования на начало планируемого года со времени последнего проведения соответствующего вида ТО или с начала эксплуатации этого оборудования;

- регламент ТО средств КИПиА;
- инвентарные описи, паспорта приборов и оборудования, комиссионные акты;
- замечания по результатам ТО, данные анализа аварий и других нарушений в работе оборудования за истекший период эксплуатации.

При составлении планов ремонта следует учитывать следующее:

- необходимость согласования сроков ТО КИПиА оборудования, непосредственно влияющего на объем основного производства, с планом ремонта технологического оборудования;
- планирование и выполнение ремонтных и регламентных работ на оборудовании, без перерыва энергосбережения потребителей, путем поочередного вывода из работы отдельных единиц оборудования;
- проведение ТО-3 КИПиА основного котельного оборудования в период минимальной нагрузки на него;
- согласование объемов и сроков ремонта с плановыми работами в организации.

4.3. Определение потребности в резервном фонде оборудования КИПиА

Обеспечение резервным фондом оборудования КИПиА является обязанностью службы снабжения организации.

Исходными данными для определения потребности в резервном фонде оборудования на ТО и ремонт оборудования КИПиА являются:

- годовой график технического обслуживания;
- график поверки и калибровки средств измерения;
- нормы технически необходимого резерва оборудования КИПиА;
- данные предыдущего года о произведенных заменах оборудования, которые отражены в паспортах на оборудование;
- разработка списка резервного фонда на каждый эксплуатируемый объект.

4.4. Определение годовой потребности в материалах на ТО и ремонт оборудования

Обеспечение запасными частями (ЗЧ) и материалами для ТОиР оборудования КИПиА является обязанностью службы снабжения организации.

При расчете годовой потребности в запасных частях и материалах на ТОиР КИПиА необходимо исходить из:

- объема работ, предусмотренных план-графиками ТОиР и производственной программой;
- перечня (номенклатуры) оборудования;
- периодичности проведения ТОиР;
- норм расхода ЗЧ частей и материалов.

Нормы расхода ЗЧ и материалов разрабатываются службой планирования организации для конкретных видов всего перечня обслуживаемого оборудования и согласовываются с Заказчиком. Годовая суммарная потребность определенного вида ЗЧ и материалов на техническое обслуживание определяется по формуле:

$$Q = \sum n * q * \beta, \text{ где}$$

n - количество однотипного оборудования

q - норма расходов материалов на техническое обслуживание;

$\beta = 1,0 \div 1,3$ - коэффициент, учитывающий расход материалов на неплановые ремонты.

5. Принцип организации технического обслуживания

ТОиР средств КИПиА производится специализированными бригадами цехов автоматизации производства на основании план-графиков ТОиР КИПиА оборудования. Бригады, выполняющие вышеуказанные работы, должны быть укомплектованы специалистами

соответствующей квалификации, прошедшими обучение и допущенными (аттестованными) к выполнению соответствующих работ по ТОиР.

Для выполнения ТОиР КИПиА персонал бригад должен быть обеспечен инструментом, измерительным и испытательным оборудованием, запасными частями и материалами, транспортом, средствами связи и другими необходимыми оборудованием и приспособлениями.

Все работы по ТОиР производятся согласно утверждению регламента. Проведение работ на объекте согласовывается на местах и регистрируется в «Оперативном журнале регистрации работ по ТОиР КИПиА».

6. Порядок сдачи и контроль качества работ по техническому обслуживанию

Сдача-приемка работ по ТОиР осуществляется ежемесячно по двустороннему акту. Акт сдачи-приемки работ составляется на основании фактически выполненных работ согласно план-графиков ТОиР.

Контроль качества работ по ТОиР осуществляется со стороны организации, путем проведения проверок состояния КИПиА и соответствия выполненных работ утвержденному план-графику ППР. По результатам проверок составляются двусторонние акты с указанием результатов проверок, выявленных нарушений, замечаний и рекомендаций по качеству работ и состоянию КИПиА. Составление двусторонних актов после проверок является обязательным условием.

Наименование предприятия _____

СОГЛАСОВАНО:
Руководители ремонтных служб предприятия по принадлежности

[должность, подпись (фамилия, инициалы)]
«__» _____ 2__ г.

Руководитель производственной службы предприятия

[должность, подпись (фамилия, инициалы)]
«__» _____ 2__ г.

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель предприятия или лицо, уполномоченное им

[должность, подпись (фамилия, инициалы)]
«__» _____ 2__ г.

Годовой план-график
технического обслуживания и ремонтов оборудования на 2__ г.

[наименование структурного подразделения]																					
№ пп	Наименование оборудования	Инвентарный №	Время выполнения ТОиР	I квартал			II квартал			III квартал			IV квартал			Дата и продолжительность последней капитальной	ТОиР и/или продолжительность ТОиР, час			Общая продолжительность ТОиР, час.	Исполнитель
				январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь		ТО	Т	К		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1			План																		
			Факт																		
2			План																		
			Факт																		

Руководитель структурного подразделения _____ [должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Руководитель ремонтной службы структурного подразделения _____ [должность, подпись (инициалы, фамилия)]

Практическая работа № 2

Заполнение документации на приём контрольно-измерительных приборов и систем автоматики в эксплуатацию

Цель работы Приобретение обучающимися навыков заполнения документации на приём контрольно-измерительных приборов и систем автоматики в эксплуатацию.

Нормативные документы ГОСТ 2.124

Задание:

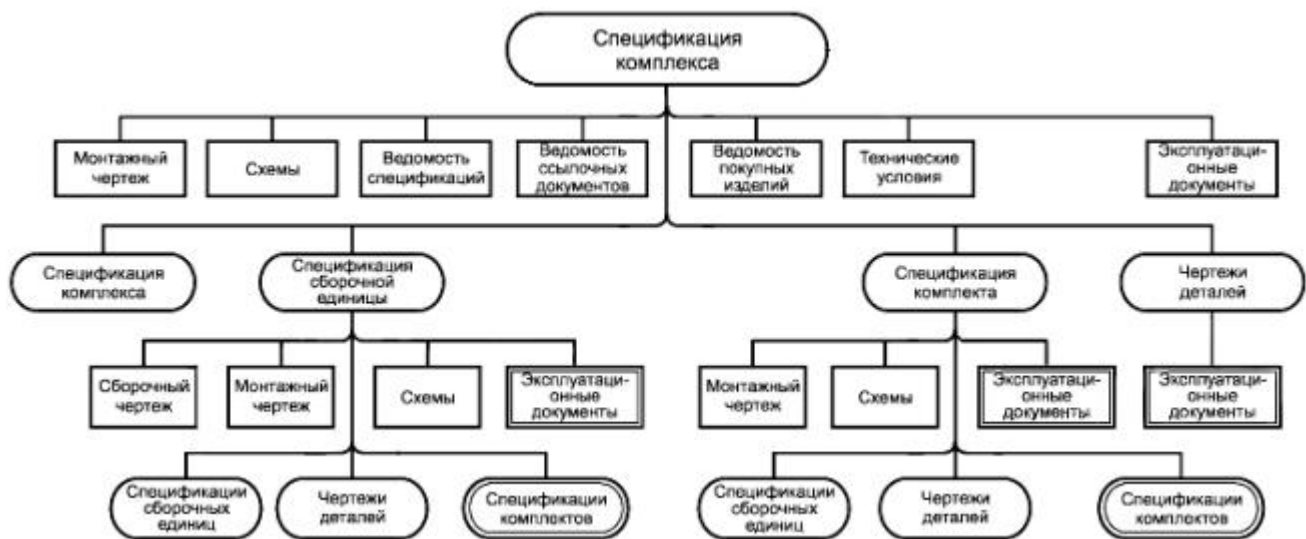
1. Внимательно изучите и проанализируйте материал по теме.
2. Ответьте на вопросы (в письменной форме):
 - а. Перечислите виды документации и дайте их характеристику.
 - б. Перечислите дополнительные коды при составлении документов.
 - с. Заполните график ТО СИ.

Вид документа	Определение
Электронная модель детали	Документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю. В зависимости от стадии разработки он включает в себя предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.
Чертеж детали	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля
Электронная модель сборочной единицы	Документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля. К электронным моделям сборочных единиц также относят электронные модели для выполнения гидромонтажа и пневмомонтажа
Сборочный чертеж	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят чертежи, по которым выполняют гидромонтаж и пневмомонтаж
Чертеж общего вида	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия
Теоретический чертеж	Документ, определяющий геометрическую форму (контур) изделия и координаты расположения составных частей
Габаритный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами
Электромонтажный чертеж	Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения электрического монтажа изделия
Монтажный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия
Упаковочный чертеж	Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения упаковывания изделия
Схема	Документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними
Электронная структура изделия	Документ, содержащий структуру изделия (сборочной единицы, комплекса или комплекта) и другие данные в зависимости от его назначения
Спецификация	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта
Ведомость спецификаций	Документ, содержащий перечень всех спецификаций составных частей

	изделия с указанием их количества и входимости
Ведомость ссылочных документов	Документ, содержащий перечень документов, на которые имеются ссылки в конструкторских документах изделия
Ведомость покупных изделий	Документ, содержащий перечень покупных изделий, примененных в разрабатываемом изделии
Ведомость разрешения применения покупных изделий	Документ, содержащий перечень покупных изделий, разрешенных к применению в соответствии с ГОСТ 2.124
Ведомость держателей подлинников	Документ, содержащий перечень предприятий (организаций), на которых хранят подлинники документов, разработанных и/или примененных для данного изделия
Ведомость технического предложения	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в техническое предложение
Ведомость эскизного проекта	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в эскизный проект
Ведомость технического проекта	Документ, содержащий перечень документов, вошедших в технический проект
Пояснительная записка	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений
Ведомость электронных документов	Документ, содержащий перечень электронных КД
Технические условия	Документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах
Программа и методика испытаний	Документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля
Таблица	Документ, содержащий в зависимости от его назначения соответствующие данные, сведенные в таблицу
Расчет	Документ, содержащий расчеты параметров и величин, например, расчет размерных цепей, расчет на прочность и др.
Эксплуатационные документы	Документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации
Ремонтные документы	Документы, содержащие данные для проведения ремонтных работ на специализированных предприятиях
Инструкция	Документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле, приемке и т.п.).

Вид документа	Дополнительный код документа
Электронная структура изделия	ЭС
Электронные модели изделия (детали, сборочной единицы)	3D
Электронные чертежи	2D
Текстовые электронные КД	ТЭ

Пример построения полного комплекта конструкторских документов комплекса на бумажном носителе



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Генерального директора по
управлению качеством ОАО «ХХХ»

«___» _____ 200__ г.

Форма ГРАФИКА

Технического обслуживания (ТО) эталонов, средств измерений (СИ) и вспомогательного оборудования принадлежащих ОАО «ХХХ»
(рекомендуемая)

№№ пп	Наименование, (тип) Эталона СИ ВО	Номер	Год (месяцы)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

В случае дополнения График подлежит уточнению.

Главный метролог _____

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Исполнитель _____

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Практическая работа № 3

Техническое обслуживание датчиков освещения

Цель работы изучение работы по техническому обслуживанию датчиков и установок наружного освещения.

Нормативные документы Регламент технической эксплуатации наружного освещения г. Сыктывкара

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.

Ответьте на вопросы (в письменной форме):

- a. Перечислите основные термины и понятия.
- b. Перечислите виды работ, входящих в состав работ по технической эксплуатации наружного освещения.
- c. Перечислите категории установок наружного освещения.
- d. Укажите длительность включения в дневные часы кратковременных пробных включений установок отдельных участков.
- e. Укажите количественные значения светотехнических показателей установок освещения.
- f. Укажите сроки проведения обзоров датчиков наружного освещения в дневное и ночное время.
- g. Укажите срок восстановления горения отдельных датчиков и светильников на магистральных улицах.
- h. В какой цвет должны быть окрашены шины, концы кабельных жил, перемычки подключения освещения.
- i. Перечислите требования, предъявляемые к световым приборам и датчикам наружного освещения.
- j. Перечислите виды работ, входящих в периодический осмотр датчиков и установок наружного освещения.
- k. Перечислите виды выполняемых работ в период проведения текущего ремонта датчиков и установок наружного освещения.

1. Термины и определения

В настоящем Регламенте наряду с общеизвестными используются следующие понятия:

Аварийный ремонт - аварийно-восстановительные работы по восстановлению нормального режима функционирования установок наружного освещения, нарушенного в результате непредвиденных обстоятельств: стихийного бедствия, техногенных причин, аварий на дорогах, нарушения параметров или сбоя энергоснабжения, вандализма и прочих обстоятельств, приведших к частичному или полному выводу из строя осветительной установки наружного освещения.

Воздушная линия электропередачи наружного освещения - устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и/или арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т.п.).

Заземлитель - проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду.

Заземляющий проводник - проводник, соединяющий заземляющую часть (точку) с заземлителем.

Заземляющее устройство - совокупность заземлителя и заземляющих проводников.

Заземление - преднамеренное электрическое соединение какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования с заземляющим устройством.

Импульсное зажигающее устройство - устройство, которое создает импульс напряжения для зажигания разрядных ламп без предварительного подогрева электродов.

Кабельная линия электропередачи наружного освещения - линия для передачи электроэнергии или отдельных ее импульсов, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями.

Капитальный ремонт - ремонт, выполняемый для восстановления исправности и полного или близкого к полному восстановлению ресурса изделия с заменой или восстановлением любых его частей, включая базовые.

Краб - тросовая растяжка наружного освещения с более двух направлений тросов.

Кронштейн наружного освещения - консольная опорная деталь для крепления светильника (одного или более) или распределительных линий наружного освещения к опорной конструкции.

Корона высокомагтовой опоры - рама с кронштейнами, устанавливаемая наверху высокомагтовой опоры для расположения на ней светильников или прожекторов. Корона может быть мобильной - опускаться и подниматься при помощи встроенного в нее механизма подъема-спуска (для возможности обслуживания с земли) либо стационарной - неподвижно закрепленной в верхней части высокомагтовой опоры (в этом случае обслуживание производится с автовышки).

Лампа освещения - устройство для преобразования электрической энергии в световую.

Наружное освещение - утилитарное (функциональное) наружное освещение проезжей части магистралей, тоннелей, эстакад, мостов, улиц, площадей, автостоянок, территорий спортивных сооружений, парков, объектов соцкультбыта, пешеходных путей городских территорий с целью обеспечения безопасного движения автотранспорта и пешеходов и для общей ориентации в городских пространствах.

Объект наружного освещения - совокупность установок наружного освещения, питающих линий электропередачи, пунктов питания, устройств централизованного и децентрализованного управления сетями наружного освещения.

Осветительный прибор - устройство, содержащее источник света и осветительную арматуру. Осветительные приборы подразделяются на светильники, прожекторы, проекторы.

Обслуживаемая зона - пространство с расположенными в нем оборудованием, сооружениями и устройствами, подлежащими обслуживанию.

Опора наружного освещения - устройство для крепления кронштейнов, светильников и распределительных линий наружного освещения.

Пункт питания наружного освещения - электрическое распределительное устройство для присоединения распределительной сети наружного освещения к источнику питания.

Регламентное состояние - техническое состояние систем и элементов установок наружного освещения, позволяющее осуществить эксплуатацию в соответствии с положением регламентной документации.

Реконструкция - комплекс мероприятий по проектированию и последующему проведению строительно-монтажных и пусконаладочных работ по замене физически и морально устаревшего оборудования, изменению технических характеристик, повышению безопасности среды обитания и условий работы обслуживающего персонала.

Светильник - прибор, перераспределяющий, фильтрующий и преобразующий свет, излучаемый одной или несколькими лампами, и содержащий все необходимые детали для установки, крепления его и ламп, но не сами лампы, а также электрические цепи и элементы для присоединения его к электрической сети.

Средняя освещенность улиц, дорог и площадей - освещенность, средневзвешенная по площади.

Средняя яркость дорожного покрытия - средневзвешенная по площади яркость сухих дорожных покрытий в направлении глаз наблюдателя, находящегося на оси движения автотранспорта.

Тросовая растяжка наружного освещения - вариант опорной конструкции, предусматривающей использование существующих вертикальных поверхностей зданий и сооружений для крепления светильника и распределительных линий наружного освещения.

Техническая эксплуатация - совокупность работ по осмотру, техническому обслуживанию, текущему ремонту, мойке, покраске, очистке опор установок наружного освещения, обеспечивающая их функционирование в заданном режиме в течение установленного срока.

Техническое обслуживание - комплекс операций или операция по поддержанию работоспособности или исправности изделия при использовании по назначению.

Текущий ремонт - ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления исправности, или работоспособности изделий и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.

Установка наружного освещения - осветительный прибор, один или более, с кронштейном или без, установленный на одной опорной конструкции (опора, тросовая растяжка, стена здания и т.д.), с распределительной линией электропередачи 0,4 кВ.

2. Общие положения

2.1. Настоящий Регламент содержит основные технические, технологические и организационные требования по ведению эксплуатации и контроля установок наружного освещения города Сыктывкара.

2.2. Настоящий Регламент распространяется на эксплуатацию установок наружного освещения улиц, дорог, проездов и площадей, тоннелей, территорий микрорайонов, парков, бульваров, скверов, садов, объектов соцкультбыта, пешеходных подземных и мостовых переходов, территорий стадионов и других объектов и связанные с перечисленными установками электрические сети и устройства питания.

2.3. Требования Регламента являются обязательными для предприятий и организаций, осуществляющих техническую эксплуатацию установок наружного освещения, независимо от форм собственности, организационно-правовой формы и ведомственной подчиненности.

2.4. Настоящий Регламент определяет состав исполнителей, перечень применяемых машин и механизмов, периодичность работ по эксплуатации наружного освещения города Сыктывкара.

2.5. Цель настоящего Регламента - дальнейшее улучшение состояния установок наружного освещения, гарантированное обеспечение надлежащего вида установок и их светотехнических параметров, повышение безопасности и комфорта пребывания жителей и гостей столицы на улицах и площадях, уменьшение числа нарушений общественного порядка и дорожно-транспортных происшествий.

2.6. Настоящий Регламент разработан с учетом нормативных актов Российской Федерации, установленных строительных норм и правил, а также на основополагающих нормативно-технических документах, относящихся к наружному освещению городов: ГОСТ 50597-93 "Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию,

допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения", Правил устройства электроустановок (ПУЭ), Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭЭП), Межотраслевых правил по охране труда (Правил безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПТБ), а также постановления Правительства РК.

2.7. Настоящий Регламент включает в себя основные положения по проведению технической эксплуатации установок наружного освещения, устанавливает требования и сроки проведения обслуживания и ремонта, восстановления работы установок и отдельных светильников после внезапных отказов, технического надзора и контроля за работой предприятий и организаций по эксплуатации, в том числе контроля технического состояния действующих и принимаемых на эксплуатацию новых или реконструированных установок.

2.8. Настоящий Регламент охватывает весь комплекс работ по техническому обслуживанию, текущему ремонту, а также подготовительные работы к проведению капитального ремонта и реконструкции существующих и сооружению новых установок наружного освещения.

2.9. Техническое обслуживание включает в себя комплекс работ, направленных на обеспечение бесперебойного функционирования установок наружного освещения и предотвращение их преждевременного износа как при нормальном режиме эксплуатации под воздействием внешней среды, так и при его внезапном нарушении путем своевременного выявления и устранения возникающих отказов, обеспечение регламентного внешнего вида установок.

2.10. Текущий ремонт включает все работы по ремонту установок наружного освещения в период между капитальными ремонтами, имеющими целью обеспечить проверку состояния, восстановления нормального внешнего вида и безопасности оборудования, а также светотехнических параметров установок.

2.11. В состав работ по технической эксплуатации наружного освещения г. Сыктывкара должны входить следующие виды работ:

- осмотр;
- техническое обслуживание;
- текущий ремонт;
- мойка (опорные конструкции, цоколи и светильники);
- окраска (опорные конструкции, цоколи);
- очистка опор от объявлений.

2.12. В целях восстановления исправности установок наружного освещения до уровня, близкого к имевшемуся при их сооружении, должен производиться капитальный ремонт.

2.13. Перед проведением капитального ремонта производится комплексная документальная, визуальная и инструментальная диагностика технического состояния электроустановки, на основании чего определяется объем ремонтно-восстановительных работ. В соответствии с чем составляется дефектная ведомость работ, а при необходимости выпускается проектная документация.

2.14. Капитальный ремонт должен производиться по утвержденному проекту или дефектной ведомости с учетом требований, направленных на увеличение длительности безотказной работы оборудования, улучшение его технико-экономических показателей, безопасности и внешнего вида.

2.15. Реконструкция должна производиться по утвержденному рабочему проекту и связана с необходимостью замены физически или морально устаревшего оборудования, включая опорные конструкции, осветительные приборы, пункты питания, воздушные и кабельные линии.

3. Категории установок наружного освещения

3.1. По месторасположению, периодичности проведения работ по техническому обслуживанию, текущему ремонту, мойке, а также видам применяемых машин и механизмов установки наружного освещения города Сыктывкара подразделяются на следующие категории:

- дворовые территории и внутриквартальные проезды;
- объекты садово-паркового хозяйства;
- объекты социальной сферы;
- пешеходные переходы.

3.2. По способам крепления установки наружного освещения города Сыктывкара подразделяются на следующие категории:

- установки наружного освещения, включающие в себя светильники, наземные опорные конструкции (высотой свыше 6 м до 15 м включительно), цоколи, кабельные (воздушные) линии, кабельные ящики, кабельные колодцы;
- установки наружного освещения, включающие в себя светильники, тросовые растяжки (крабы), кабельные (воздушные) линии;
- установки наружного освещения, включающие в себя светильники, торшеры (до 6 м включительно), кабельные (воздушные) линии, кабельные колодцы, кабельные ящики;
- установки наружного освещения, включающие в себя светильники, высокомастовые опоры (свыше 15 м), механизмы подъема-спуска короны, короны высокомастовых опор, кабельные (воздушные) линии, кабельные колодцы.

4. Состав установок наружного освещения

Установки наружного освещения подразделяются на:

4.1. Установки наружного освещения, включающие в себя:

- светильники;
- опорные конструкции;
- цоколи (если имеются);
- кабельные (воздушные) линии;
- кабельные ящики (если имеются);
- кабельные колодцы (если имеются).

5. Режим функционирования установок наружного освещения

5.1. Установки наружного освещения должны включаться в вечерние сумерки при естественной освещенности 20 лк (к этому моменту газоразрядные лампы высокого давления в светильниках должны полностью разогреться), отключаться в утренние сумерки не ранее повышения естественной освещенности до 10 лк.

5.2. При централизованном телемеханическом управлении наружным освещением включение и отключение осветительных установок улиц, дорог, проездов, площадей, территорий микрорайонов и т.п. должно производиться диспетчерским персоналом по указанию ЦДП, основываясь на показаниях датчиков естественной освещенности.

5.3. При децентрализованном управлении управление наружным освещением должно производиться по графику для города в целом. При децентрализованном управлении

установками наружного освещения отступление от графика допускается в пределах технических данных приборов управления, но не более 15 мин. в ту или другую сторону.

5.4. Дежурство персонала в диспетчерском пункте управления наружным освещением Подрядчика должно быть круглосуточным с обеспечением прямой телефонной связи со штабом ГО и МЧС. В качестве дублирующей оперативной связи, а также для связи с оперативными машинами должны использоваться телефоны сотовой связи.

5.5. Оперативный контроль устройств централизованного телемеханического управления установками наружного освещения должен производиться диспетчером за 1 час до включения наружного освещения без изменения состояния осветительных установок путем повторения последней операции управления (например, при отключенном состоянии установок наружного освещения для проверки повторяют операцию "отключить освещение", а при включенном - "включить освещение") с записью в оперативном журнале и докладом в ЦДП.

5.6. При выполнении работ по обслуживанию и текущему ремонту установок наружного освещения допускается по разрешению ответственных лиц Балансодержателя производить в дневные часы кратковременные пробные включения отдельных участков установок длительностью не более 15 мин., что должно быть зафиксировано в оперативном журнале дежурного диспетчера.

6. Требования к регламентному состоянию установок наружного освещения

6.1. Все элементы оборудования и коммутационных систем установок наружного освещения по типам, модификациям и параметрам должны соответствовать исполнительной проектной документации и документации заводов-изготовителей.

6.2. Количественные значения светотехнических показателей установок наружного освещения в процессе эксплуатации не должны опускаться ниже 0,9 для магистральных улиц и 0,85 - для остальных объектов от нормированного уровня светотехнических показателей, заложенных в их рабочих проектах. Методика измерений - в соответствии с действующими государственными стандартами.

6.3. При снижении уровней освещения ниже допустимых значений необходимо проанализировать причины и определить пути доведения уровней освещения до нормируемых значений в процессе проведения ближайшего текущего или капитального ремонтов, а в необходимых случаях - при реконструкции.

6.4. Процент горения светильников в установках наружного освещения должен быть: для МКАД - 99,8%, для улиц и дорог категории "А" и на улицах специального списка - 98%, для остальных улиц и дорог - 97%, для дворовых территорий и микрорайонов - 95%.

6.5. Контрольные объезды должны проводиться не реже одного раза в месяц, а внеплановые - при получении жалоб от населения или заинтересованных организаций.

6.6. Состав контрольной группы должен включать представителей Подрядчика, Балансодержателя и Светотехнической инспекции ОАТИ.

6.7. Балансодержатель обеспечивает транспортом проведение плановых объездов контрольной группы. Результаты объезда должны оформляться протоколом.

6.8. В число негорящих светильников не должны включаться светильники, вышедшие из строя из-за падения опор при наездах автотранспортом, а также разбитые в подземных пешеходных тоннелях в течение 6 дней, предшествующих контрольному объезду.

6.9. Персонал Подрядчика должен проводить объезды установок наружного освещения в вечернее и ночное время для своевременного выявления негорящих светильников один раз в

неделю в осенне-зимний период и 1 раз в 2 недели - в весенне-летний период. Сроки проведения объездов могут корректироваться руководством Подрядчика.

6.10. Восстановление горения отдельных светильников на магистральных улицах должно, как правило, выполняться в срок, не превышающий 3 дней, на остальных объектах - в срок не более 5 рабочих дней с момента обнаружения или поступления сообщения.

6.11. Массовое погашение светильников, связанное с отказами в распределительной сети, в оборудовании пунктов питания и управления, устраняется в течение суток с момента обнаружения, а на магистральных улицах и улицах специального списка - в течение 3 часов.

6.12. Массовое погашение - погашение трех и более светильников подряд, более 30% от общего числа светильников на участке.

6.13. Браком в работе считается нарушение сроков восстановления горения светильников и снижение процента горения по сравнению с регламентированными.

6.14. Светильники должны иметь проектную юстировку и быть жестко закреплены в рабочем положении, корпуса светильников не должны иметь видимых разрушений, очагов коррозии, отражатели и рассеиватели должны быть чистыми, а окрашиваемые поверхности должны иметь качественную окраску.

6.15. Пускорегулирующие аппараты и зажигающие устройства должны быть исправными, а их характеристики должны соответствовать паспортным данным.

6.16. Металлические опоры, кронштейны и короны высокомагетовых опор должны быть чистыми, не иметь видимых разрушений, иметь сплошное качественное защитное антикоррозийное покрытие без видимых дефектов и очагов коррозии.

6.17. Кабельная распределительная сеть не должна иметь повреждений. Места соединений и ответвлений жил проводов и кабелей должны быть доступны для осмотра и ремонта, иметь изоляцию, равноценную изоляции жил целых мест этих проводов и кабелей, не должны испытывать механических усилий.

6.18. Кабельные колодцы должны быть доступны к проведению осмотров, люки должны быть окрашены, закрыты на замок, плотно и равномерно прилегать к горловине колодца, замки очищены от грязи и смазаны защитной смазкой, конструкция колодца не должна иметь трещин и разрушений, места входа трубных вводов не должны иметь трещин и должны быть защищены от протечек.

6.19. Концы проводов и кабелей, присоединяемые к электротехническому оборудованию, счетчикам, автоматам, щиткам и электроустановочным аппаратам, а также в местах соединения должны иметь запас по длине, достаточный для повторного присоединения в случае их обрыва.

6.20. На кабелях и проводах должны быть установлены при помощи пластмассовых хомутов маркировочные пластмассовые бирки с нанесенной на них несмываемой краской маркировкой, предусмотренной проектной документацией.

6.21. Шкафы должны быть чистыми и обеспыленными как внутри, так и снаружи, иметь исправные замки, петли, навесы и откидывающиеся ступеньки, окрасочный слой должен быть без признаков следов коррозии, в кабельных каналах не должно быть воды, и они должны быть закрыты металлическими крышками. РЕ шины должны быть покрашены в желто-зеленый цвет, нулевая - в черный цвет, а шины, концы кабельных жил, перемычки - соответственно в цвета желтый (фаза А), зеленый (фаза В) и красный (фаза С). На переключателях и кнопках, выведенных на лицевую панель, должны быть нанесены надписи, указывающие его назначение, номер агрегата или группы, к которой он относится. Аппараты защиты и рубильники должны иметь указатели отключенного и включенного состояния, должны иметь надписи, указывающие значение номинального тока аппарата, установки расцепителя, номинальный ток плавкой

вставки. Надписи должны быть нанесены на аппараты или в непосредственной близости от них. Внутренние части шкафа должны иметь маркировку, соответствующую однолинейной схеме, взаимное расположение фаз должно быть одинаковым.

6.22. Вводы проводов и кабелей в аппараты должны быть уплотнены для защиты от проникновения пыли и влаги. Электрические соединения должны иметь надежный контакт и не подвергаться сверхнормативному нагреву.

6.23. Класс изоляции электрооборудования должен соответствовать номинальному напряжению сети, а устройства защиты от перенапряжения - уровню изоляции электрооборудования.

6.24. Распределительные устройства должны иметь быстродействующую защиту от дуговых коротких замыканий внутри шкафов.

6.25. Выключатели и их приводы должны быть оборудованы указателями отключенного и включенного положения. Приводы разъединений, заземляющих ножей, отделителей, короткозамыкателей и других аппаратов, отделенных от аппаратов стенкой, должны иметь указатели отключенного и включенного положения.

6.26. Сопротивление изоляции электрически связанных вторичных цепей напряжением относительно земли, а также между цепями различного назначения, электрически не связанными, должно соответствовать нормативному значению.

6.27. На сборках зажимов шкафов и панелей не должны находиться в непосредственной близости зажимы, случайное соединение которых может вызвать включение или отключение присоединения, короткое замыкание в цепях оперативного тока.

6.28. Все металлические части электрооборудования, которые могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции, должны быть заземлены. Каждый элемент установки, подлежащий заземлению, должен быть присоединен к заземлителю посредством отдельного заземляющего проводника. Последовательное соединение заземляющими проводниками нескольких элементов установки запрещается. Присоединение заземляющих проводников к заземлителю и заземляемым конструкциям должно быть выполнено с применением сварочных работ, а к корпусам аппаратов, машин - сварочными или болтовым соединениями. Заземляющие проводники должны быть защищены от коррозии. Открыто проложенные заземляющие проводники должны иметь черную окраску.

6.29. Положение стоек опор, кронштейнов, светильников должно быть единообразным, с тем чтобы не нарушалась стройность восприятия опор со светильниками в дневное время. Исключение составляют ветхие железобетонные опоры, подлежащие замене в плановом порядке. Разрушенные ранее промежуточные железобетонные опоры или металлические опоры должны быть полностью восстановлены.

6.30. Неизолированные провода распределительной сети наружного освещения при центровом подвесе должны располагаться следующим образом: начиная от нечетной стороны размещения домов на улице: нейтраль N, фазы А, В, С, провода управления каскадом располагаются за фазными проводами в следующем порядке: нулевой и провод укрепления.

6.31. Размещение жил кабеля в его концевой заделке в цоколе опоры или на опоре должно быть таким: нижняя жила - нулевая N, следующие - фазы А, В, С, заделка кабеля управления каскадом должна быть расположена внутри опоры за заделкой кабеля распределительной линии наружного освещения в аналогичном порядке: нижняя жила - ноль, следующая - управление.

6.31. При наличии в цоколе опоры более двух концов кабеля на каждом из них должны быть установлены бирки с указанием направлений, железобетонные при этом должны быть оборудованы приставными кабельными ящиками или цоколями.

6.32. Результаты измерений сопротивлений цепи фаза-нуль и повторных защитных заземлений должны соответствовать требованиям ПУЭ и ПТБ.

6.33. Все электрические соединения должны иметь надежный контакт, на приходящих и отходящих кабелях должны быть бирки с указанием марки и сечения кабеля, места, где этот кабель приходит. Провода вторичной коммутации должны быть уложены по закрепленным конструкциям, катушки контакторов должны иметь отключающее устройство для отключения контактора на время ремонта, профилактики и замены предохранителей на отходящем направлении во время работы установок наружного освещения.

6.34. Контактторы должны быть отрегулированы, снабжены дугогасящими камерами, катушки контакторов должны соответствовать типу контакторов и не иметь следов подгорания, поверхность контактов не должна иметь следов эрозии и раковин, ножи рубильников и предохранители должны легко входить в пинцеты и не иметь при этом перекосов.

6.35. Все приборы защиты должны быть исправны и снабжены маркировкой, тепловые расцепители и плавкие вставки должны соответствовать расчетной нагрузке, указанной в карте замеров нагрузки и напряжений, находящейся в пункте питания, и току короткого замыкания в конце линии.

6.36. Видимая часть контура заземления должна быть покрашена в черный цвет, на нем должны быть приварены шпильки, укомплектованные шайбами с гайками для присоединения переносного заземления, места присоединений должны быть очищены от грязи и краски.

Световые приборы:

6.37. Световые приборы должны быть жестко закреплены в рабочем положении относительно освещаемого объекта, должны быть укомплектованы соответствующими рассеивателями.

6.38. Корпуса светильников и прожекторов не должны иметь очагов коррозии и при необходимости быть покрашены, отражатели и рассеиватели - очищены от пыли и грязи, а снизившие пропускную способность более чем на 5% - заменены на новые, патроны надежно закреплены в рабочем положении, пускорегулирующие аппараты и зажигающие устройства - исправны.

6.39. Все светильники и прожекторы должны быть исправны и укомплектованы соответствующими защитными стеклами и рассеивателями, негорящие и явно снизившие световой поток лампы должны быть заменены.

6.40. После проведения текущего ремонта установок наружного освещения их светотехнические параметры должны быть близки к нормируемым.

7. Осмотр установок наружного освещения

7.1. Осмотр должен включать в себя следующие виды работ:

- проверка соответствия аппаратуры условиям эксплуатации и нагрузки;
- наружный и внутренний осмотр аппаратуры;
- контроль соответствия сечения шин фактическим нагрузкам;
- проверка исправности подключенной проводки;
- проверка наличия соответствующих надписей на щитах, панелях и аппаратах;
- контроль показаний измерительной аппаратуры;
- проверка целостности пломб на реле и других аппаратах;

- проверка наличия предупредительных надписей, средств защиты, противопожарных средств;
- отключение оборудования в аварийных ситуациях;
- запись в карту осмотра или журнал.

7.2. Работы по осмотру должны производиться:

- электромонтажником по силовым сетям и электрооборудованию 5 разряда - 1 человек;
- электромонтажником по силовым сетям и электрооборудованию 4 разряда - 1 человек.

7.3. Работы по осмотру заземляющих устройств должны включать в себя внешний осмотр заземляющих устройств.

7.4. Работы по осмотру заземляющих устройств должны производиться:

- электромонтажником по силовым сетям и электрооборудованию 5 разряда - 1 человек;
- электромонтажником по силовым сетям и электрооборудованию 4 разряда - 1 человек.

7.5. Работы по осмотру осветительных приборов, воздушных и кабельных линий, опорных конструкций, кабельных ящиков и кабельных колодцев должны производиться:

- электромонтером по надзору за трассой 5 разряда - 1 человек.

7.6. Каждый эксплуатационный участок должен быть обеспечен графиком обхода воздушных и кабельных линий, осветительных приборов, утвержденным в установленном порядке.

7.7. Ежедневно в графике обхода должна проставляться отметка о выполнении работ по обходу мастером эксплуатационного участка.

8. Техническое обслуживание установок наружного освещения

8.1. Техническое обслуживание должно включать в себя следующие виды работ:

- чистка аппаратуры;
- ликвидация всех видимых повреждений, затяжка крепежных деталей, чистка контактов от грязи и напылов, проверка исправности кожухов, рукояток, замков, ручек и другой арматуры;
- проверка нагрева элементов сопротивления, контактов;
- замена предохранителей и плавких вставок;
- проверка работы сигнальных устройств и целостности пломб на реле и других аппаратах;
- мелкий ремонт и замена вышедшей из строя аппаратуры;
- проверка целостности контактов отпаечных шпилек, штепсельных соединений, отсутствие их перегрева, отсутствие следов нагара и коррозии контактов;
- проверка отсутствия деформаций, состояния креплений, изоляционных прокладок, клипс, изоляторов;
- проверка и восстановление целостности защитных кожухов и сеток, наличия и целостности их заземления;
- проверка наличия и восстановление целостности маркировки, надписей, окраска шин и защищенных мест для наложения переносных заземлений;
- проверка надежности сварных и болтовых соединений с заземленными аппаратами и оборудованием;
- проверка наличия контргаяк;
- проверка наличия и надежности приварки (опрессовки) наконечников на гибких заземляющих проводниках;
- проверка отсутствия последовательного заземления оборудования и аппаратов;

- проверка наглядности прокладки заземлений, доступности для осмотра целостности и соответствия окраски и антикоррозионного покрытия;
- проверка режима отключения оборудования в аварийных ситуациях.

8.2. Работы по техническому обслуживанию пунктов питания должны производиться бригадой в составе:

- электромонтажник по силовым сетям и электрооборудованию 5 разряда - 1 человек;
- электромонтажник по силовым сетям и электрооборудованию 4 разряда - 1 человек.

8.3. Техническое обслуживание заземляющих устройств должно включать в себя следующие виды работ:

- проверка отсутствия последовательности заземления оборудования и аппаратов;
- проверка наглядности прокладки заземлений, доступности для осмотра целостности и соответствия окраски и антикоррозионного покрытия.

8.4. Техническое обслуживание воздушных и кабельных линий должно включать в себя следующие виды работ:

- проверка отсутствия перегрева;
- проверка состояния защиты от механических повреждений;
- проверка состояния муфт и заделок;
- проверка изоляции, состояния паяк и контактных соединений;
- устранение мест с поврежденной изоляцией;
- запись в карту осмотра.

8.5. Техническое обслуживание осветительных приборов должно включать в себя следующие виды работ:

- ревизия светильников;
- замена ламп, предохранителей, рассеивателей, дросселей, импульсных зажигающих устройств;
- "сухая" чистка стекол светильников, рассеивателей, отражателей;
- корректировка положения светильника.

8.6. В осветительных приборах, установленных в тоннелях (без системы принудительной вентиляции), должна осуществляться групповая замена ламп.

9. Текущий ремонт установок наружного освещения

9.1. Текущий ремонт осветительных приборов должен включать в себя следующие виды работ:

- полная ревизия светильников;
- проверка крепления патронов, ниппелей и контактов с заменой неисправных;
- перезарядка проводов в светильниках;
- восстановление лакокрасочных покрытий корпусов приборов;
- замена вышедших из строя светильников; или его элементов;
- замена ламп, вышедших из строя и не удовлетворяющих светотехническим параметрам;
- проведение замеров светотехнических параметров светильников (яркость, освещенность) с оформлением протоколов.

9.2. Требования к элементам наружного освещения после проведения текущего ремонта должны соответствовать регламентному состоянию.

10. Аварийный ремонт установок наружного освещения

10.1. Повреждения аварийного характера немедленно устраняются или локализуются имеющимся персоналом в распоряжении диспетчера Подрядчика.

10.2. Если в ночное время повреждения, угрожающие жизни людей, а также вызвавшие прекращение работы установок наружного освещения, устранены временно или только локализованы, то их устранение в полном объеме производится в дневное время. Вывоз сбитых опор наружного освещения выполняется подрядчиком, осуществляющим эксплуатацию указанных опор-стоек, в центральной части города на магистральных улицах в течение 2 дней с момента обнаружения аварии, а на остальных объектах - в течение 5 дней.

10.3. Восстановление разрушенных опор должно производиться в течение 2 недель со дня обнаружения.

10.4. Восстановление горения отдельных светильников на магистральных улицах должно, как правило, выполняться в срок, не превышающий 5 дней, на остальных объектах - в срок не более 10 рабочих дней с момента обнаружения или поступления сообщения.

10.5. Массовое погашение светильников, связанное с отказом в распределительной сети, в оборудовании ПП и управления, устраняется в течение суток с момента обнаружения, а на магистральных улицах - в течение 3 часов, в случаях сложного ремонта, требующего более длительных сроков устранения неисправностей, восстановление работы ОУ НО производится в светлое время суток следующего дня.

10.6. Повреждения аварийного характера немедленно устраняются или локализуются имеющимся персоналом в распоряжении диспетчера подрядчика.

10.7. Если в ночное время повреждения, угрожающие жизни людей, а также вызвавшие прекращение работы ОУ НО, устранены временно или локализованы, то их устранение в полном объеме производится в дневное время. В случае, когда опора сбита, она демонтируется совместно с арматурой и поврежденным участком сети и складывается вблизи места аварии в положении, безопасном для проезда автотранспорта и прохода пешеходов.

10.8. Вывоз сбитых опор наружного освещения выполняется на магистральных улицах в течение 3 дней с момента обнаружения аварии, а на остальных объектах - в течение 5 дней.

10.9. Требования ГИБДД к выполнению аварийных работ на магистралях:

К аварийным ситуациям, требующим немедленного устранения, ГИБДД относит: повреждение оборудования в результате ДТП и превышение 1% негорящих светильников от общего количества на данном эксплуатационном участке в течение суток. После получения обращения эксплуатирующей организации подразделение ГИБДД в течение часа письменно уведомляет заявителя о времени, длительности и месте (внешняя или внутренняя сторона) проведения аварийных работ или мотивирует свой отказ.

10.10. Работы по аварийному ремонту наружного освещения выполняются аварийными бригадами.

10.11. Работы по аварийному ремонту должны обеспечиваться автогидроподъемником типа АГП-18 на каждую аварийную бригаду.

10.12. Режим работы аварийных бригад - 8 часов.

11. Мойка установок наружного освещения

11.1. В состав работ по мойке осветительных приборов и опорных конструкций должны входить следующие работы:

- мойка (мокрая чистка) светильников;

- мойка опорных конструкций и кронштейнов;
- мойка цоколей (если имеются).

11.2. Мойка (мокрая чистка) светильников включает в себя мокрую чистку рассеивателей (защитных стекол) светильников.

11.3. Работы по мойке осветительных приборов должны проводиться бригадой в составе:

- электромонтажник по силовым сетям и электрооборудованию 2 разряда - 2 человека;
- дорожный рабочий 4 разряда - 1 человек.

14. Капитальный ремонт

14.1. К работам по капитальному ремонту должны относиться работы текущего ремонта с большими объемами проведения работ, включающие в себя замену элементов оборудования.

14.2. Периодичность работ по капитальному ремонту должна проводиться в соответствии с нормативной документацией на используемое оборудование и механизмы, в том числе:

- шкафы и распределительные устройства пунктов питания - не реже 1 раза в 10 лет;
- воздушные распределительные линии наружного освещения 0,4 кВ на опорах и тросах - 1 раз в 6 лет. Неизолированные провода должны заменяться на электробезопасные самонесущие изолированные провода;
- кабельные распределительные линии наружного освещения 0,4 кВт в земле - 1 раз в 10 лет;
- контакторы, электромагнитные пускатели, устройства АВР и т.д. - 1 раз в 2 года.

14.3. Оценка качества выполненного капитального ремонта установок наружного освещения аналогична оценке качества текущего ремонта с добавлениями, связанными с увеличенными объемами проводимых ремонтных работ и заменой оборудования.

14.4. Требования к элементам наружного освещения после проведения капитального ремонта должны соответствовать регламентному состоянию.

14.5. Железобетонные опоры, имеющие у основания обнаженную арматуру, сколы, трещины шириной более 1 мм, полностью заменяются на металлические с защитным покрытием, нанесенным методом горячего оцинкования.

14.6. Провода воздушных распределительных сетей наружного освещения и провода управления не должны иметь более одного соединения в пролете, ответвления к светильнику должны быть выполнены с помощью ответвительных болтовых соединений или специальных зажимов.

14.7. Кабельная распределительная сеть и сеть управления не должны иметь поврежденных участков.

14.8. Ветхие светильники с истекшим сроком службы, резко снизившие свои эксплуатационные параметры и неремонтопригодные, должны быть заменены на новые светильники аналогичной мощностью и назначением с учетом максимального сохранения одинаковой их внешней формы в пределах ремонтируемого участка, улицы, площади, бульвара, сквера.

14.9. Источники света в светильниках должны быть полностью заменены на новые.

14.10. Устройства централизованного и децентрализованного управления с истекшим сроком службы, резко снизившие свои эксплуатационные качества, должны быть заменены на новые или прошедшие капитальный восстановительный ремонт.

14.11. Качество и объемы завершенного капитального ремонта установок наружного освещения улиц, дорог, проездов и площадей, а также устройств управления проверяются

комиссией в составе представителей Заказчика, Подрядчика, принимающих установку на эксплуатацию, и представителя строительно-монтажной организации.

14.12. Объемы проверок и испытаний, проводимых комиссией, в рабочем порядке уточняются заказчиком. Обязательно проведение испытаний, связанных с электробезопасностью населения и персонала, а также светотехнических измерений.

15. Реконструкция

15.1. Работы по реконструкции установок наружного освещения должны проводиться с целью замены физически и морально устаревшего, в том числе по архитектурному дизайну, оборудования и обеспечения повышения безопасности населения и эксплуатационного персонала, улучшения технико-экономических показателей установок на основе использования новых технических средств.

15.2. Основаниями для планирования проведения реконструкции являются:

- превышение срока службы основного оборудования, который предусмотрен нормативно-техническими документами и инструктивными материалами заводов-изготовителей,
- изменение категории объекта освещения дорожно-транспортной сети по норме освещения,
- изменение дизайнерского решения по архитектурному решению осветительной установки, поддержанное соответствующей префектурой административного округа.

15.3. При этом необходимо руководствоваться следующей периодичностью проведения реконструкции:

- установки наружного освещения с воздушной распределительной сетью (с заменой зарядных проводов, светильников и кронштейнов) - 1 раз в 15 лет;
- установки наружного освещения с изолированной распределительной сетью (с заменой зарядных проводов, светильников и кронштейнов, части опор и кабелей, цоколей) - 1 раз в 15 лет;

15.4. Реконструкция установок наружного освещения улиц, дорог, площадей должна производиться по рабочему проекту, выполненному в соответствии с Техническими условиями на проектирование наружного освещения г. Сыктывкара и уточняющими техническими условиями балансодержателя, принимающего установку на баланс и в эксплуатацию.

16. Порядок планирования и отчетности при проведении ремонтов и реконструкции

16.1. Организация-подрядчик должна представлять организации-заказчику предложения по техническому обслуживанию и текущему ремонту, капитальному ремонту и реконструкции объектов в объемах и с периодичностью, установленной настоящим Регламентом.

16.2. Заказчик проводит проверку представленных предложений и на их основе формирует проекты годовых планов на выполнение работ по капитальному ремонту и реконструкции наружного освещения города Сыктывкара.

16.3. Подрядная организация согласно согласованным Заказчиком планам работ составляет дефектные ведомости и сметы на выполнение работ и представляет их Заказчику.

16.4. Заказчик проводит проверку представленной документации, согласовывает ее с Государственным заказчиком.

16.5. Государственный заказчик согласно установленным лимитам финансирования на работы по капитальному ремонту и реконструкции наружного освещения по представлению

Заказчиком на конкурсной основе определяет подрядную организацию. С победителями конкурсов заключаются договоры на выполнение работ.

16.6. Сдача-приемка выполненных работ по капитальному ремонту и реконструкции наружного освещения осуществляется ежемесячно с оформлением актов РС2.

16.7. После завершения работ на объекте подрядная организация предоставляет Заказчику исполнительную и балансовую документацию.

16.8. Заказчик после получения оформленной балансовой документации вносит соответствующие изменения в инвентарную ведомость, базу данных и договор о закреплении имущества на право хозяйственного ведения.

17. Порядок приемки в эксплуатацию новых и реконструированных установок

17.1. Приемка новых и реконструированных объектов на баланс на праве хозяйственного ведения с последующей передачей в эксплуатацию осуществляется согласно порядку, утвержденному постановлением Правительства РК.

18. Постоянный запас материалов и деталей, необходимых для технической эксплуатации

18.1. Подрядчик, осуществляющий эксплуатацию установок наружного обеспечения, должен иметь постоянный запас материалов и деталей, необходимых для ликвидации внезапных отказов, повреждений и обеспечения бесперебойной работы установок, согласно объемам, предусмотренным Нормами производственных переходящих запасов и оборудования для электрических сетей, утвержденными приказом Минжилкомхоза РСФСР от 18.06.85 N 307.

18.2. Контроль постоянного запаса материалов и деталей, необходимых для ликвидации отказов и повреждений в сетях, осуществляется руководством Подрядчика.

19. Техника безопасности при производстве работ по технической эксплуатации наружного освещения в г. Сыктывкаре

19.1. Безопасность при производстве работ в электроустановках наружного освещения должна обеспечиваться в строгом соответствии с действующими нормативными документами.

19.2. При проведении обслуживания и ремонта установок наружного освещения улиц и дорог города необходимо с целью обеспечения безопасности дорожного движения и эксплуатационного персонала руководствоваться Типовыми схемами ограждения (оборудования) и организации движения при производстве работ, имеющих передвижной характер, и другими письменными указаниями ГИБДД г. Сыктывкара. На магистралях работы в установках наружного освещения, как правило, должны производиться с дополнительным использованием передвижных световых заставок как в вечернее, так и дневное время.

19.3. При выполнении работ технической эксплуатации наружного освещения безопасность работ обеспечивается выполнением требований СНиП 12-03-2001, ГОСТ 12.03.009-76, ГОСТ 12.4.026-76, ПБ 10-256-98, ПБ 10-382-000, Инструкции по ограждению места производства дорожных работ (ВСН 37-84 Министерства РСФСР).

19.4. Безопасность работ с использованием автовышек должна обеспечиваться в строгом соответствии с ПБ-10-611-03 "Правила устройства и безопасной эксплуатации подъемников (вышек)".

19.5. Безопасность при производстве работ в электроустановках должна обеспечиваться в строгом соответствии с ПОТРМ-0165-2001 (РД 153-34.0-03.150-00) "Межотраслевые правила по охране труда (Правила безопасности) при эксплуатации электроустановок" и другими действующими нормативными документами.

20. Обеспечение усиления безопасности объектов наружного освещения в г. Сыктывкаре

20.1. Обеспечение усиления безопасности объектов наружного освещения должно производиться в соответствии с Типовыми требованиями по усилению безопасности объектов.

20.2. К первоочередным объектам наружного освещения, требующим проведения работ по усилению безопасности по противодействию акциям террора, угрозам криминального, техногенного и природного характера, относятся диспетчерские эксплуатационно-технических районов, трансформаторные подстанции 0,4-10(6) кВ, модули (пристройки) и шкафы пунктов питания установок наружного освещения, которые относятся к объектам 5-й категории по инженерно-технической защищенности.

20.3. Сроки, порядок и объемы проведения работ по усилению безопасности указанных объектов наружного освещения планируются и финансируются заказчиком по согласованию с Департаментом.

Практическая работа № 4

Техническое обслуживание расходомера

Цель работы: изучение мероприятий по техническому обслуживанию расходомеров.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Перечислите причины, которые могут вызвать повреждения расходомера.
 - b. Перечислите факторы, которые могут повлиять на продолжительность работы расходомера.
 - c. Назовите возможные ошибки при установке расходомера.
 - d. Опишите, как производится ориентация расходомера при установке.
 - e. Как определить направление потока жидкости при установке расходомера.
 - f. Опишите, как производится подключение расходомера к трубопроводу.
 - g. Зачем устанавливаются фильтры перед расходомерами?
 - h. Опишите зачем и как производится удаление воздуха из жидкости, проходящей через расходомер.
 - i. Составьте алгоритм мероприятий, проводимых перед началом работ.
 - j. Опишите, как производятся обслуживание и чистка расходомеров.
 - k. Зачем производится калибровка расходомеров. Опишите методы калибровки расходомеров на производстве.

Перед установкой расходомера

Когда расходомер выбран и готов к установке, остается проверить только несколько важных моментов и важных параметров, чтобы убедиться, что расходомер будет правильно настроен и установлен, для того, чтобы избежать повреждения расходомера.

Повреждение расходомера могут вызвать:

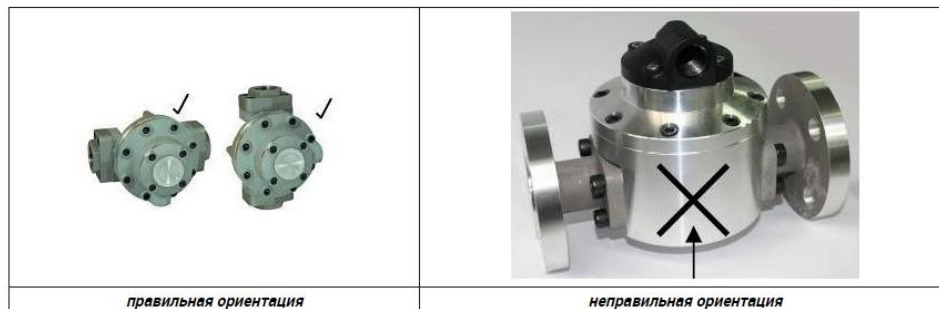
- неправильный подбор расходомера по скорости потока,
- неправильный подбор расходомера по давлению в системе,
- неправильный подбор расходомера по температуре измеряемой жидкости и химической совместимости.

Так же важными факторами, которые могут повлиять на продолжительность работы расходомера, могут быть:

- вязкость,
- наличие механических примесей,
- состояние жидкости
- установка расходомера в небезопасной зоне.

Частые ошибки при установке:

- неправильная ориентация расходомера при установке;



- при установке в линию тяжелых расходомеров, необходимо предусмотреть дополнительный крепеж, чтобы снять нагрузку с мест технологического присоединения расходомера к трубопроводу;
- перед применением из трубопровода не был удален весь воздух, и жидкость была пущена сразу максимальным потоком;
- отсутствие фильтрации перед расходомером;
- в цепи между расходомером и контроллером отсутствует или используется неверно подобранный нагрузочный резистор.

Ориентация

При неправильной ориентации расходомера при установке, вес роторов будет давить на подшипники, а также на стенки и/или основание измерительной камеры, вызывая износ. Кратковременный эффект неправильной ориентации расходомера при установке - потеря точности (зависящая от смазывающей способности измеряемой жидкости). Долгосрочный эффект: износ измерительных механизмов, уменьшенный срок службы расходомера. Жидкость может протекать через расходомер горизонтально или вертикально, но при любой установке необходимо убедиться, что оси шестерней горизонтальны. Убедиться в правильности установки

легко - после установки крышка терминала или дисплей показывающего устройства расположены вертикально.

Направление потока

Расходомеры с импульсным выходом учитывают измеряемую жидкость вне зависимости от направления ее прохождения. Механические расходомеры учитывают измеряемую жидкость только при прохождении жидкости в одном направлении, которое указано маркировкой на корпусе расходомера. В случае неправильной ориентации механического расходомера, из-за вращения шестерней в обратном направлении может быть поврежден как сам расходомер, так и механический сумматор.

Подключение к трубопроводу

Чтобы избежать повреждения Вашего расходомера рекомендуется соблюдать следующие условия:

1. Не рекомендуется устанавливать расходомеры средних и больших потоков в трубопровод перед насосом («на разряжении»).
2. Давление, температура жидкости и окружающей среды должна оставаться в установленных безопасных пределах.
3. Рекомендуется установка запорного клапана перед расходомером.
4. Для вертикальных инсталляций: жидкость должна проходить через расходомер снизу-вверх. При этом расходомер будет оставаться заполненным жидкостью, и в нем не будет скапливаться воздух.
5. Трубопровод должен быть устроен таким образом, чтобы расходомер всегда был заполнен жидкостью.
6. При установке расходомеров средних и высоких потоков (или расходомеров на высокое давление) необходимо обеспечить отсутствие нагрузки на места технологических присоединений расходомера к трубопроводу.
7. Не рекомендуются технические решения, при которых выходное отверстие расходомера одновременно является выходным отверстием системы (трубопровода), т.к. это ведет к снижению точности измерений.
8. Если расходомер установлен между двумя отсечными клапанами, необходимо установить клапан сброса давления, чтобы избежать критического повышения давления в случае изменения температуры.
9. Всегда важно иметь байпас, это позволит изолировать расходомер и фильтр от общей линии, что позволит обеспечить простой доступ к расходомеру и фильтру для их чистки и обслуживания.
10. Измеряемая расходомерами с овальными шестернями жидкость должна быть абсолютно чистой (размер частиц менее максимально допустимого для расходомера данной размерности).

Фильтрация и фильтры

Твердые частицы могут попасть в систему различными путями, например:

- Пыль из негерметичных хранилищ измеряемой жидкости.
- Износ оборудования (насосы, миксеры) и системы перед расходомером.

Фильтр должен устанавливаться перед любым расходомером с овальными шестернями. Степень фильтрации должна быть не хуже:



- для расходомеров с проходным диаметром 1/8"-3/8" (4-8 мм) 200 меш (75 мкм);
- для расходомеров с проходным диаметром 1/2"-2" (15 -50 мм) 100 меш (150 мкм);
- для расходомеров с проходным диаметром 3"- 4" (80 -100 мм) 40 меш (350 мкм).

Y - образный фильтр (фото справа) обычно является наиболее предпочтительным выбором, т.к. он легче, меньше, экономичнее и дает наименьшую потерю давления, по сравнению с другими типами фильтров.

Удаление воздуха

Один из самых важных аспектов в работе расходомеров на овальных шестернях то - что расходомер измеряет все, что через него проходит: и жидкость и воздух (в т. ч. растворенный, в виде пузырей). Наличие в измеряемой жидкости воздуха ведет к искажению полученных данных. Пар и воздух, в том числе и растворенный, могут вызвать повреждение расходомера. В том случае, если в жидкости присутствует воздух, рекомендуется установка фильтра с воздухоотделителем. Воздухоотделитель всегда рекомендуется устанавливать перед расходомером с овальными шестернями. Фильтры-воздухоотделители способны улавливать большое количество воздуха, который находится в системе.

При измерении высоковязких жидкостей (> 100 сР), или, когда измеряется жидкость с большим количеством растворенного воздуха, необходима установка большого воздухоудалителя перед расходомером, но сразу после большого бака воздухосепаратора, который даст время растворенному в жидкости воздуху, газу или пару выделиться, перед тем как измеряемая жидкость попадет в расходомер.

Процедура начала работы

Основная причина повреждения расходомеров с овальными шестернями - это неправильный ввод в эксплуатацию и/или неправильный повторный ввод в эксплуатацию после долгого простоя:

- а. новая (или измененная) система обычно содержит большие объемы воздуха;
- б. в новой (или измененной) системе обычно содержится большое количество механических загрязнений (части уплотнений, металлическая пыль, ржавчина, окалина и т.п.).

Перед первым включением (повторным включением после длительного простоя или модификации системы) необходимо полностью промыть систему, чтобы обязательно удалить из нее весь воздух и механические примеси. В случае если Вы установили байпасную линию, Вы легко сможете изолировать расходомер и промыть систему, избежав повреждения расходомера. В том же случае если байпаса нет - рекомендуется демонтировать расходомер из линии и заменить его соответствующей трубой на время промывки системы.

При эксплуатации система рекомендуется периодическая проверка и очистка фильтра.

Обслуживание и чистка

Так как расходомеры на овальных шестернях являются механическим измерительным устройством, со временем некоторые детали в разной степени могут быть подвержены износу. Для увеличения срока службы расходомера рекомендуется периодически проводить осмотр и техническое обслуживание оборудования.

Степень износа деталей напрямую зависит от скорости потока измеряемой жидкости, ее плотности, вязкости, смазывающей способности, чистоты и времени постоянной работы расходомера.

До того, как начать техническое обслуживание расходомера, убедитесь в нижеследующем:

- a. расходомер изолирован из линии, все сигналы тревоги и контроля отключены.
- b. расходомер отключен от сети питания.
- c. расходомер не находится под давлением, измеряемая жидкость слита из расходомера.

Периодическое техническое обслуживание рекомендуется осуществлять каждые 6-12 месяцев в зависимости от условий эксплуатации.

Факторы, уменьшающие интервалы обслуживания:

- a. частые или большие перепады температур.
- b. длинные периоды работы на режимах, близких к номинальному показателю (0,8-1,0 от максимального).

При установке расходомера в линию, в которой предусматривается температурная очистка линии (очистка линии острым паром) и/или очистка химическими реагентами без демонтажа и изоляции расходомера из линии, необходимо убедиться, что:

1. Не будет превышен температурный режим, т.е. при обработке системы паром температура не будет повышаться больше чем на 10 °C в минуту, в противном случае будет поврежден геркон (сухой контакт).
2. При использовании химических реагентов необходимо убедиться, что материалы счетчика совместимы с данным химическим реагентом, и он не вызовет повреждение расходомера.

Калибровка

Каждый расходомер калибруется на производстве и снабжен заводским сертификатом калибровки, в котором указано количество импульсов на единицу объема (для импульсных расходомеров) или погрешность (для механических расходомеров). Калибровка на производстве выполняется методом "Master meter" (калибровка при помощи специального высокоточного "мастер- расходомера») с использованием калибровочной дизельной жидкости Кастрол 4113. При измерении жидкостей со схожими параметрами по смазывающей способности и вязкости (3-100 cP) и калибровочного коэффициента производства - отклонений в измерениях не будет. Для других жидкостей рекомендуется провести полевую калибровку на той жидкости, которую планируется измерять.

При любой полевой калибровке необходимо помнить о следующем:

1. плохо организованная процедура калибровки и/или использование неточно оттарированного контрольного сосуда приведет к получению неверных результатов и, как следствие, ухудшит точность работы расходомера.
2. чтобы снизить влияние возрастания и уменьшения потока при начале и окончании проведения калибровки рекомендуется проводить процедуру полевой калибровки в течение не менее 2-3 минут.

Возможные способы стандартизации полевой калибровки:

1. использование весов (весовой метод) - один из самых распространенных методов, однако этот метод может быть самым неточным. Весы должны быть точно (и желательно недавно) откалиброваны и иметь точную градуировку, чтобы достичь достаточной точности;
2. «Мастер-расходомер» - один из самых распространенных способов калибровки на заводах и фабриках, предпочитаемый из-за достаточно высокой точности и практичности;
3. калибровочный сосуд - наименее практичный, наиболее долгий, но и наиболее точный метод.

Практическая работа № 5

Техническое обслуживание электромеханических реле

Цель работы: изучение мероприятий по техническому обслуживанию электромеханических реле.

Задание:

3. Внимательно изучите материал по теме.
4. Ответьте на вопросы:
 - a. Перечислите виды технического обслуживания устройств РЗА.
 - b. Перечислите оборудование для проверки релейной аппаратуры.
 - c. Цель проведения профилактического контроля РЗА.
 - d. Виды работ, выполняемых в ходе профилактического контроля РЗА.
 - e. Опишите как производится проверка механической части реле.
 - f. Опишите как производится проверка состояния изоляции реле.
 - g. Перечислите меры безопасности при техническом обслуживании РЗА.

Надежность работы энергосистем в значительной степени определяется правильностью работы устройств релейной защиты и автоматики (РЗА), что достигается надлежащим качеством технического обслуживания при соответствующей квалификации персонала, эксплуатирующего РЗА.

По-прежнему основную долю находящихся в эксплуатации устройств РЗА составляют аналоговые устройства на электромеханической и микроэлектронной базе, причем

показатель правильной работы устройств РЗА за последние годы стабилен и составляет 99,5%, что можно отнести за счет трех факторов:

- оптимальной структуры построения и методологии применения устройств РЗА;
- отработанной системы эксплуатации и технического обслуживания устройств РЗА;
- высоких трудозатрат персонала на эксплуатацию и техническое обслуживание.

Последний фактор влияет на распределение случаев неправильных срабатываний по условной виновности. За последние годы наблюдается тенденция увеличения случаев неправильной работы устройств РЗА из-за их неудовлетворительного состояния и ошибок персонала служб РЗА при техническом обслуживании, что, в свою очередь, при совершенной системе обслуживания указывает на физический износ устройств РЗА и возможное снижение квалификации персонала.

Наладка и техническое обслуживание устройств РЗА производится на основании нормативно-технических документов в соответствии с Методическими указаниями и Инструкциями по наладке и техническому обслуживанию на отдельные виды реле и устройств релейной защиты.

Во многих системах автоматического регулирования и управления систем ТГВ переключение отдельных цепей, их замыкание и размыкание выполняется с помощью электромеханических устройств: реле, контакторов, магнитных пускателей, автоматических воздушных выключателей. Автоматическое управление с применением реле, контакторов, магнитных пускателей, а также различных механических переключающих устройств называют релейно-контактным управлением. Замыкание или размыкание электрических цепей происходит в этом случае механическими контактами, которые приводятся в движение теми или иными способами.

Общие положения по техническому обслуживанию

Общие положения

Правилами установлены следующие виды технического обслуживания устройств РЗА:

- проверка при новом включении (наладка);
- первый профилактический контроль;
- профилактический контроль;
- профилактическое восстановление (ремонт).

При внеплановом техническом обслуживании проводятся внеоче-редные или внеплановые проверки.

Каждому виду технического обслуживания соответствует опре-деленный объем проверок.

Проверка релейной аппаратуры может производиться на месте ее установки или в лабораторных условиях. Для проверки обычно используют переносные испытательные устройства или стационарные стенды. Проверка может быть также выполнена с помощью специально собранных схем с использованием отдельных измерительных приборов.

Проверка при новом включении (наладка)

Проверка при новом включении проводится для вновь включаемых устройств РЗА, а также для действующих устройств РЗА после их реконструкции. Механическое состояние и основные электрические характеристики реле и устройств РЗА соответствуют, как правило, техническим условиям, однако при транспортировке, последующем хранении на складе и монтаже реле и устройства могут быть повреждены, загрязнены, а их изоляция увлажнена.

При проверке выявляются и устраняются возможные дефекты, чем в дальнейшем обеспечивается длительная безотказная работа устройств РЗА. Проверка при новом включении может производиться как наладочной организацией, так и службой РЗА.

В объем проверки при новом включении входят следующие работы:

- осмотр реле и проверка контактных соединений;
- проверка изоляции реле;
- проверка срабатывания и возврата реле на рабочей установке;
- проверка времени действия на рабочей установке.

Профилактический контроль, профилактическое восстановление, опробование

Профилактический контроль и опробование выполняются с целью дополнительного контроля наименее надежных элементов реле и в значительной степени определяются условиями эксплуатации.

Первый профилактический контроль рекомендуется производить через год после включения в эксплуатацию.

Периодичность частичного технического контроля и опробования при нормальных условиях эксплуатации устанавливается не реже одного раза между полным профилактическим контролем.

Профилактический контроль, опробование и восстановление, как правило, должны выполняться персоналом местных служб РЗА.

В объем профилактического контроля входят следующие работы:

- очистка внутренних поверхностей реле от пыли;
- осмотр и проверка контактных соединений;
- проверка срабатывания реле с регулировкой, при необходимости, контактной системы;
- проверка изоляции реле;
- проверка времени действия реле на рабочей установке.

Внеочередные и послеаварийные проверки выполняются при необходимости перестройки уставок, выяснении причин неправильного действия или отказа реле, а также при частичных изменениях схем вторичной коммутации.

В объем внеочередной проверки при изменении схем входит контроль параметров срабатывания и времени действия реле на рабочей установке.

Послеаварийная проверка проводится для выяснения причин отказов функционирования или неясных действий устройств РЗА.

Внеочередная и послеаварийная проверки проводятся по программе, составленной местной службой релейной защиты, утвержденной главным инженером предприятия и согласованной с центральной службой релейной защиты.

При всех видах проверок для предварительной оценки состояния реле до его вскрытия и проверки наружных контактных соединений определяется ток (напряжение) срабатывания и возврата реле.

Объем проверки механической части всех типов реле устанавливается по результатам предварительно измеренных параметров срабатывания. Отклонение этих величин от заданных указывает на наличие возможных неисправностей.

Проверка механической части реле

Прежде всего, производится очистка от пыли кожуха и цоколя реле. Проверяются плотность прилегания кожуха реле к цоколю, состояние уплотнения и целостность кожуха и цоколя, надежность крепления реле и изоляции его выводов от панели.

При полностью снятом напряжении проверяется надежность всех наружных контактных соединений, в том числе затяжка контргаек, фиксирующих шпильки заднего присоединения на цоколе реле. Затяжку гаек производят торцевыми гаечными ключами. Для затяжки винтов, крепящих пластины переднего присоединения к цоколю с тыльной стороны, реле необходимо снимать с панели.

В ряде случаев наблюдается покачивание и незначительное проворачивание шпилек заднего присоединения из-за слабой запрессовки контактных втулок в пластмассе цоколя. В таких случаях необходимо вскрыть кожух реле и убедиться том, что шпилька покачивается и проворачивается вместе с втулкой, то есть существует надежный контакт.

Надежность пайки проводников проверяется с помощью пинце-та с приложением растягивающей силы, направленной вдоль оси вывода.

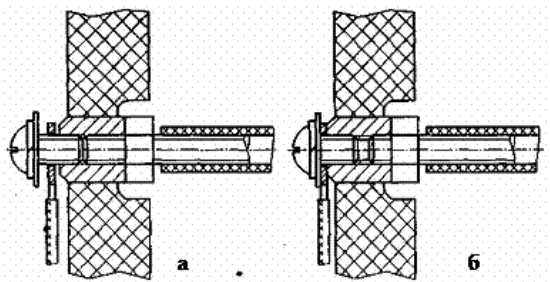


Рисунок 1. Установка на реле шпилек заднего присоединения
а – неправильно, б - правильно

Проверяется надежность контактов между проводниками внутреннего монтажа и проходными втулками. Если шпильки для заднего присоединения или винты, крепящие пластины переднего присоединения, ввернуты слишком глубоко, то винты, крепящие проводники с внутренней стороны реле, могут упираться в торцы этих шпилек или винтов. При этом надежного контакта между внутренними проводниками и наружным монтажом не будет, хотя винты с внутренней стороны цоколя подтяжке уже не поддаются (рис. 1).

Шпильки необходимо устанавливать на снятом с панели реле в следующем порядке. С внутренней стороны цоколя под винты устанавливаются кольца или наконечники проводников внутреннего монтажа с необходимыми плоскими и пружинными шайбами. Винты до предела ввинчиваются в проходные втулки цоколя. Затем с наружной стороны цоколя до упора

ввинчиваются шпильки с ослабленными контргайками, делается 1,5-2 оборота назад, и в этом положении шпильки закрепляются контргайками.

Проверка состояния изоляции

Измерение сопротивления изоляции (для всех типов реле) производят с помощью мегаомметра на напряжение 1000 В. Сопротивление изоляции реле на номинальное напряжение 60 В и ниже измеряют мегаомметром на напряжение 500 В. Во избежание пробоев диодов, стабилитронов и конденсаторов на реле, где они установлены, рекомендуется шунтировать их тонкими (диаметром 0,1-0,15 мм) проводниками.

Сопротивление изоляции реле должно быть не ниже 50 МОм.

Испытания электрической прочности изоляции производят с помощью испытательного трансформатора переменным напряжением 1000 В частоты 50 Гц в течение 1 мин.

Номинальная мощность испытательного трансформатора, применяемого для испытания электрической прочности изоляции, должна быть порядка 1 кВА. Если в реле имеются цепи, рассчитанные на меньшее испытательное напряжение, то они должны быть отключены и подвергнуты испытаниям отдельно (например, конденсаторы).

Условия эксплуатации

Все реле защиты предназначены для работы в стационарных электроустановках в следующих условиях: при установке на вертикальной плоскости; при температуре окружающего воздуха от —20 до +40 °С в общепромышленном исполнении и от —10 до +45 °С в тропическом исполнении; при относительной влажности воздуха не более 80% в общепромышленном исполнении и не более 95% в тропическом исполнении.

Не допускается установка реле во взрывоопасной среде, в среде, содержащей активные химические газы и пары, разрушающие металлы и изоляцию.

Меры безопасности при техническом обслуживании

Работы по техническому обслуживанию релейной аппаратуры должны производиться специально обученным персоналом, имеющим квалификационную группу по технике безопасности не ниже группы III.

Сборка и изменение схем для проверки и испытания реле, а также изменение их уставок должны производиться при отключенном напряжении.

В том случае, когда требуется измерить электрические параметры устройств РЗА, находящихся под напряжением, необходимо:

- установить измерительный прибор на устойчивую основу;
- заземлить металлический корпус измерительного прибора;
- использовать специальные щупы или соединительные проводники, а также инструмент с изолирующими рукоятками.

Организацию и проведение работ по техническому обслуживанию устройств РЗА следует проводить в строгом соответствии с Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

Практическая работа № 6

Техническое обслуживание исполнительных механизмов

Цель работы: изучение правил и мероприятий по техническому обслуживанию электрических исполнительных механизмов.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Назначение электрических исполнительных механизмов.
 - b. Составьте алгоритм выполнения монтажа исполнительных механизмов.
 - c. Составьте перечень работ, выполняемых при техническом обслуживании электрических исполнительных механизмов.
 - d. Опишите, как производятся профилактические осмотр и ремонт исполнительных механизмов.
 - e. Опишите характерные неисправности электрических исполнительных механизмов и способы их устранения.
 - f. Опишите характерные неисправности магнитного блока датчиков электрических исполнительных механизмов и способы их устранения.
 - g. Опишите виды работ, выполняемые при техническом обслуживании гидравлических исполнительных механизмов.
 - h. Опишите характерные неисправности электрических исполнительных механизмов и способы их устранения.
 - i. Опишите характерные неисправности магнитного блока датчиков электрических исполнительных механизмов и способы их устранения.
 - j. Опишите виды работ, выполняемые при техническом обслуживании исполнительных механизмов типа МЭО и блока управлением реверсивным механизмом БУРМ.

При монтаже электрических исполнительных механизмов корпус их необходимо заземлять проводом сечением не менее 4 мм^2 через винт заземления. Место присоединения заземляющего проводника тщательно зачищают, а после присоединения наносят на него слой консистентной смазки ЦИАТИМ-201 для предохранения от коррозии. По окончании монтажа с помощью мегомметра проверяют значение сопротивления изоляции, которое должно быть не менее 20 МОм, и заземляющего устройства, которое не должно превышать 10 Ом.

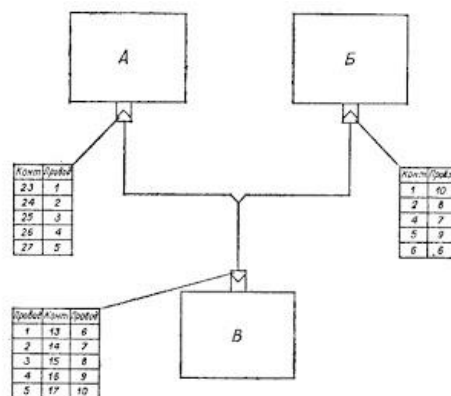


Рис. 1. Схема электрических соединений блока датчиков однооборотного электрического механизма. А — блок усилителя БУ-2, Б — блок магнитного датчика, В — электрический исполнительный механизм

Монтаж блока датчиков однооборотных электрических исполнительных механизмов производится по схеме электрических соединений, показанной на рис. 1, проводом сечением не менее 0,75 мм². Перед установкой датчика необходимо проверить его работоспособность по схеме, изображенной на рис. 2.

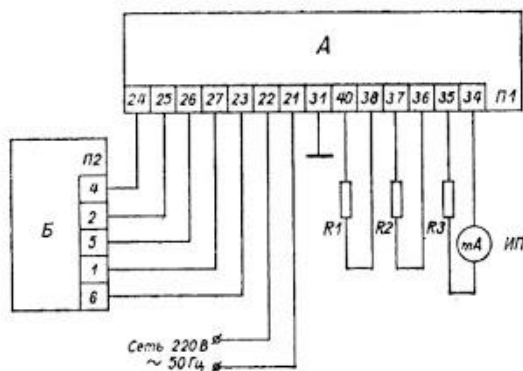


Рис. 2. Схема проверки магнитного датчика: А — блок усилителя БУ-2, Б — блок магнитного датчика БДМ-2; П1, П2 — колодки; R1, R2 — резисторы 240 Ом, R3 — резистор 2 кОм, ИП — милливольтамперметр

Монтаж пневматических исполнительных механизмов осуществляют медными трубками 0 8 мм и толщиной стенок 1 мм.

Гидравлические исполнительные механизмы следует монтировать на горизонтальной плоскости. Питание их водой осуществляют через редукционные клапаны (один на каждые 3—4 сервомотора). Вода к клапану подводится трубами 3/4" от источника давлением 0,25—0,4 МПа (2,5—4 кг/см²). На линии за редукционным клапаном устанавливают манометр для контроля давления воды. С целью поддержания давления в заданных пределах можно использовать редукционный клапан или напорный блок, расположенный на высоте 10—15 м от уровня установки исполнительного механизма.

Регулирующий орган сочленяется с гидравлическим исполнительным механизмом при помощи штанги. Необходимо предусмотреть использование полного хода поршня сервомотора исполнительного механизма при полном ходе регулирующего органа, который должен быть уравновешен и легко перемещаться.

Техническое обслуживание электрических исполнительных механизмов заключается в систематическом внешнем и профилактическом осмотре, ревизии и ремонте.

Профилактические осмотр и ремонт осуществляются ежегодно. Раз в два года проводят средний ремонт механизма в мастерской, заменяя вышедшие из строя детали и удаляя старую

смазку в редукторе. После разборки механизма все детали промывают, высушивают и наносят на них тонкий слой смазки, трущиеся поверхности подвижных частей обильно смазывают ЦИАТИМ-201.

Блок датчиков электрических исполнительных механизмов подвергают профилактическому осмотру через каждые шесть месяцев работы. Во время осмотра смазывают трущиеся части, производят подрегулировку. Через два года проверяют износ рабочей поверхности профильного кулачка, кулачков микровыключателей и функционирование самих микровыключателей, а также рабочее состояние магнитного датчика (износ деталей, их затирание).

В табл. 1 приведены характерные неисправности электрических исполнительных механизмов, их возможные причины и способы устранения, а в табл. 2 — магнитного блока датчиков.

Таблица 1.

Характерные неисправности электрических исполнительных механизмов и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
При включении механизм не работает	Нарушена электрическая цепь	Прозвонить цепь и устранить неисправность
	Нарушена обмотка катушки тормоза или электродвигателя	Заменить катушку тормоза или электродвигателя
	Велик или отсутствует зазор в электромагните при обесточенной катушке	Установить необходимый зазор
	Соскочил короткозамкнутый виток на якоре электромагнита	Установить короткозамкнутый виток и зачеканить
Увеличенный вылет выходного вала механизма	Нарушение настройки тормоза	Отрегулировать затяжку тормозной пружины
	Попала смазка на тормозной шкив	Удалить смазку со шкива и тормозной колодки
	Поломана тормозная пружина	Заменить пружину
Не срабатывает микровыключатель	Вышел из строя микровыключатель	Заменить микровыключатель
	Поломана нажимная пружина	Заменить нажимную пружину
	Износился профиль кулачка	Заменить кулачок
	Кулачок проворачивается	Зажать кулачок гайкой
Не работает индукционный преобразователь	Профильный кулачок сошел с нажимного ролика рычага	С помощью шайб установить кулачок против ролика
	Износились стопорные втулки валика блока датчиков	Заменить блок датчиков
	Вывернулся болт сердечника	Отрегулировать положение болта
	Заедание сердечника	Освободить сердечник

Таблица 2.

Характерные неисправности магнитного блока датчиков электрических исполнительных механизмов и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
При работе прибора выходной сигнал не изменяется	Нарушена электрическая цепь соединений БДМ и БУ	Проверить цепь, устранить неисправность
При работе прибора выходной сигнал отсутствует	Разрыв цепи нагрузки	Проверить цепь, устранить неисправность
Не срабатывают микровыключатели	Сбилась настройка толкателя	Произвести настройку винтов 2 в блоке толкателей

	Вышел из строя микровыключатель	Заменить микровыключатель
--	------------------------------------	---------------------------

В процессе технического обслуживания электрического исполнительного механизма типа ПР необходимо через имеющиеся в корпусе шариковые масленки еженедельно производить смазку веретенным маслом марки 2 (по 3 — 4 капли). Для смазки редуктора надо снять диск 28 (рис. 3), крышку 6 и, не снимая платика 15, удалить отработанную смазку, затем нанести свежую.

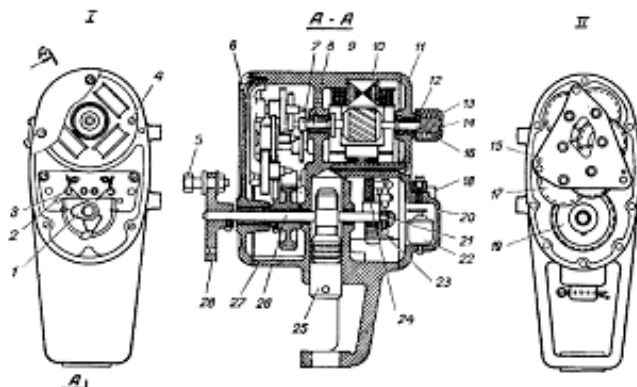


Рисунок 3. Конструкция прямоходного электрического исполнительного механизма типа ПР:

I, II — вид со снятой крышкой, 1 — скользящий контакт, 2 — винт, 3 — контакт, 4 — специальный винт, 5 — палец, 6 — передняя крышка, 7 — трибка, 8 — подшипник, 9 — ротор, 10 — статор, 11 — задняя крышка, 12 — подпятник, 13 — пружина, 14 — колпачок, 15 — пластик, 16 — шарик, 17 — зубчатое колесо, 18 — втулка, 19 — шестерня главного валика, 20 — крышка выключателя, 21 — гайка, 22 — конденсатор, 23 — реостат, 24 — панель, 25 — шток, 26 — главный валик, 27 — корпус, 28 — диск

При техническом обслуживании пневматических исполнительных механизмов раз в неделю производят их наружный осмотр, проверяя герметичность рабочей полости и импульсных трубок, отсутствие заеданий подвижной части, наличие смазки в подшипниках и на трущихся поверхностях. Механизм смазывают ЦИАТИМ-201 ежемесячно. Раз в полгода проводится планово-предупредительный ремонт.

Техническое обслуживание гидравлических исполнительных механизмов состоит в их периодическом наружном и внутреннем осмотре, в выполнении профилактических мероприятий и устранении неисправностей.

Еженедельно следует обдувать внутреннюю полость блока управления и обратной связи чистым, не содержащим масла, воздухом под давлением не более 0,01 МПа (0,1 кг/см²), а также проверять работу редукционного клапана и осматривать линии подвода воды. Каждый месяц необходимо поджимать контакты электрических соединений, проверять места пайки для предупреждения обрывов, а также промывать редукционный клапан.

Воздух к электромагнитным клапанам рекомендуется подводить медной или латунной трубкой диаметром 6 мм и толщиной стенок 1 мм. Ее припаивают и крепят к клапану накидной гайкой. После монтажа воздушную линию испытывают на герметичность давлением воздуха 0,3 МПа (3 кг/см²).

Раз в неделю проверяют работоспособность клапана, переключая его несколько раз подряд из одного положения в другое. Ежегодно следует проводить ревизию клапана, обращая внимание на чистоту поверхности якоря и внутренней полости электромагнита. При этом проверяют отверстия сопел, прочищают их и промывают спиртом. Внутреннюю поверхность электромагнита и якорь также промывают спиртом, затем смазывают тонким слоем костного масла.

Характерные неисправности распределительного вентиля, их возможные причины и способы устранения приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Характерные неисправности распределительного вентиля с пневматическим приводом и способы их устранения

Неисправность	Возможная причина	Способ устранения
Клапан перемещается вниз	Нарушена герметичность пневматической линии, подводящей рабочую среду к головке привода	Отремонтировать или заменить пневматическую линию
	Прорыв мембраны	Заменить мембрану
Клапан не перемещается вверх	Поломка пружины привода	Заменить пружину привода
Неплотное прилегание клапана к седлам, из-за чего жидкость перетекает из одной полости в другую	Неправильная регулировка длины штока	Отрегулировать длину штока
	Износ уплотняющих поверхностей седел и клапана	Отремонтировать или заменить уплотняющие поверхности

Если при включении тока электромагнитный клапан не срабатывает, то возможен обрыв в цепи электромагнита или заедание якоря. В таком случае необходимо прозвонить электрическую цепь и устранить обрыв. Также стоит разобрать клапан, прочистить трущиеся части и смазать тонким слоем. Залипание якоря вследствие неправильной регулировки клапана должно быть исправлено регулированием хода якоря.

Техническое обслуживание исполнительных механизмов типа МЭО и блока управлением реверсивным механизмом БУРМ

1. К обслуживанию прибора должны допускаться лица, изучавшие руководство по техническому обслуживанию и прошедшие соответствующий инструктаж.
2. При эксплуатации прибора следует учитывать руководство по обслуживанию, местные инструкции и другие нормативно-технические документы, действующие в данной отрасли промышленности.
3. Техническое обслуживание прибора заключается в основном в периодической проверке и, при необходимости, в сливе конденсата или удалении воздуха из рабочих камер прибора, проверке технического состояния прибора.
4. Метрологические характеристики прибора в течение межповерочного интервала соответствуют установленным нормам с учетом показателей безотказности прибора и при соблюдении потребителем правил хранения, транспортирования и эксплуатации, указанных в руководстве по эксплуатации.
5. Необходимо следить за тем, чтобы трубки соединительных линий и вентили не засорялись и были герметичны. В трубках и вентиллях не должно быть пробок жидкости или газа.
6. С этой целью трубки рекомендуется периодически продувать, не допуская при этом перегрузки датчика; периодичность устанавливается потребителем в зависимости от условий эксплуатации. В процессе эксплуатации датчики должны подвергаться систематическому внешнему осмотру, а также периодическому осмотру, ремонту.
7. При внешнем осмотре необходимо проверить:
 - a. целостность оболочки, отсутствие на ней коррозии и других повреждений;
 - b. наличие всех крепежных деталей и их элементов, наличие и целостность пломб;
 - c. наличие маркировки взрывозащиты и предупредительных надписей;
 - d. состояние заземления, заземляющие болты должны быть затянуты, на них не должно быть ржавчины. В случае необходимости они должны быть очищены;

- е. состояние уплотнения кабеля. Проверку производить при отключенном от сети кабеле. Кабель не должен выдергиваться и не должен проворачиваться в узле уплотнения.
- 8. Эксплуатация датчиков с повреждениями и другими неисправностями категорически запрещается. При эксплуатации прибора необходимо также руководствоваться разделом «Обеспечение взрывозащищенности при монтаже» настоящего РЭ, действующими «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ), главой Э3.2 «Электроустановки взрывоопасных производств», «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».
- 9. Периодичность профилактических осмотров и ремонтов прибора устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже одного раза в год.
- 10. При профилактических осмотрах и ремонтах выполнить все работы в объеме внешнего осмотра, а также следующие мероприятия:
 - а. после отключения прибора от источника электропитания вскрыть крышку вводного устройства;
 - б. произвести проверку взрывозащитных поверхностей. Если имеются повреждения поверхностей взрывозащиты, то датчик отправить на ремонт;
 - с. при снятой крышке вводного устройства убедитесь в надежности электрических контактов, исключающих нагрев и короткое замыкание, проверить сопротивление изоляции и заземления;
 - д. проверить надежность уплотнения вводимого кабеля и состояние клеммной колодки. Она не должна иметь сколов и др. повреждений;
 - е. после установки крышки вводного устройства произвести пломбирование датчика.

Практическая работа № 7

Техническое обслуживание электрических машин

Цель работы: изучение правил и мероприятий по техническому обслуживанию электрических машин.

Задание:

- 1. Внимательно изучите материал по теме.
- 2. Ответьте на вопросы:
 - а. Для чего производится техническое обслуживание электрических машин?
 - б. Для чего производятся профилактические испытания электрических машин?
 - с. Перечислите, что в себя включает типовой объем работ по техническому обслуживанию.
 - д. Назовите основной фактор, влияющий на работоспособность электрических машин.
 - е. Перечислите методы контроля за нагревом электрических машин, дайте их описание.

- f. Перечислите виды износа электрических машин, и дайте их характеристику.
- g. Назовите физические факторы, лежащие в основе явлений, используемых с целью выработки мероприятий, направленных на ослабление их влияния на работу машины.
- h. При выполнении какого вида мероприятий можно определить истинную причину поломки электрической машины.
- i. Опишите виды типовых неисправностей и способы их устранения для асинхронных двигателей с короткозамкнутой обмоткой ротора серии АИР.
- j. Что позволяют увеличить правильный выбор и настройка защиты электрических машин.
- k. Перечислите, какие виды защиты предусмотрены для двигателей напряжением до 1000 В и дайте их характеристику.

В процессе эксплуатации детали электрических машин подвергаются износу, что приводит к отказам в их работе. Для устранения отказов, вызванных износом, периодически проводят ремонт, позволяющий поддерживать работоспособность машин на высоком уровне. Важную роль при эксплуатации играет правильный выбор электрических машин и их защит в аварийных и ненормальных режимах работы, а также применение диагностических систем, позволяющих своевременно определить наступление предельного состояния до возникновения отказа.

В процессе эксплуатации важное место занимает техническое обслуживание машин перед вводом в эксплуатацию, к процессу работы и после остановки, плановое проведение ремонта и профилактические (межремонтные) испытания.

Профилактические испытания позволяют обнаружить неисправности, которые не всегда можно выявить во время осмотра, поскольку они не имеют внешних проявлений. При этих испытаниях проверяют сопротивление изоляции обмоток электрических машин и пускорегулирующей аппаратуры, правильность срабатывания защиты машин напряжением до 1000 В в сетях с заземленной нейтралью и устройств защитного отключения.

Согласно ПУЭ при проверке сопротивления изоляции электрических машин мегомметры выбирают следующим образом: для измерения сопротивления изоляции обмоток машин постоянного тока и обмоток статора машин переменного тока напряжением до 1 кВ следует пользоваться мегомметром класса напряжения 1000 В, а для измерения сопротивления изоляции обмоток ротора машин переменного тока напряжением до 1 кВ -- мегомметром класса напряжения 500 В. Для измерения сопротивления изоляции обмоток машин переменного тока, имеющих напряжение свыше 1 кВ, следует использовать мегомметры класса напряжения 2500 В,

Работы по техническому обслуживанию электрических машин весьма разнообразны. Типовой объем этих работ включает в себя: ежедневный контроль за выполнением правил эксплуатации электрических установок потребителей и инструкций завода-изготовителя (контроль за нагрузкой, температурой отдельных узлов электрической машины, температурой охлаждающей среды при замкнутом цикле охлаждения, наличием и состоянием смазки в подшипниках, уровнем шумов и вибраций, степенью искрения под щетками и т.д.); ежедневный контроль за исправностью заземления; обтирку, чистку и продувку машины, выявление мелких

неисправностей и их устранение, не требующее специальной остановки и проводимое во время перерывов в работе основного технологического оборудования (подтяжка контактов и креплений, замена щеток, регулирование траверс и т.п.); проверку состояния электрических машин с использованием средств технической диагностики, проводимую в целях выявления предельной выработки ресурса ее узлов и деталей и предупреждения аварийных ситуаций; восстановление отключившегося (в результате срабатывания защиты) оборудования; приемосдаточные испытания после монтажа, ремонта и наладки электрических машин и систем их защиты и управления; плановые осмотры эксплуатируемых машин по утвержденному главным электриком графику с заполнением карты осмотра.

Для большинства электрических машин основным фактором, влияющим на их работоспособность, является рабочая температура отдельных частей машин (обмотки, подшипников, коллектора и контактных колец). Поэтому в процессе эксплуатации контролю за температурой уделяется особое внимание. На практике применяются два метода контроля за нагревом: непосредственный и косвенный.

При непосредственном методе контроля электрическая машина имеет встроенные в обмотки, подшипники и магнитопровод датчики температуры с различными термопреобразователями (термометры сопротивления, терморезисторы, термопары). С помощью этих датчиков производятся измерения температуры или превышения температуры (над температурой окружающей среды) соответствующих узлов машины. Измерения могут проводиться либо дистанционно, либо непосредственно на машине при каждом ее осмотре. Соответственно температура может контролироваться либо постоянно, либо периодически. Важным преимуществом непосредственного метода является возможность измерения температуры без отключения машины.

Если непосредственный метод контроля невозможен (отсутствуют встроенные датчики температуры), то применяется косвенный метод контроля за нагревом машины. При использовании этого метода следят не за самой температурой или ее превышением, а за нагрузкой машины и температурой охлаждающей среды. Обычно, если нагрузка не превышает номинальную, а температура охлаждающей среды не превышает допустимую, не следует опасаться недопустимых перегревов. Косвенный метод контроля широко используется при эксплуатации электрических машин малой и средней мощности, для которых, как правило, установка датчиков температуры не предусмотрена.

Виды и причины износа электрических машин

В процессе эксплуатации электрические машины изнашиваются и условно можно выделить три вида износа по характеру физических процессов, лежащих в его основе: механический, электрический и моральный.

Механический износ. Этот вид износа является следствием длительных знакопостоянных или знакопеременных механических воздействий на отдельные части и детали электрических машин. В результате этих воздействий их первоначальные формы и качество ухудшаются. Например, износ трущихся деталей электрических машин -- коллектора, контактных колец, подшипников, шеек валов и др.

Электрический износ. Такой вид износа приводит к невозможной потере электроизоляционными материалами своих изоляционных свойств и ему подвержены изоляция проводов, пазовая, лобовых частей и выводов электрических машин. Электрическому износу

способствует высокая рабочая температура, наличие в окружающей среде химически активных веществ, пыли и т. п. В результате этих воздействий происходит пробой изоляции, а на частях электрооборудования, не находящихся нормально под напряжением, могут появляться высокие электрические потенциалы. Устранение этих повреждений требует, как правило, капитального ремонта машины.

Моральный износ. Этот вид износа обусловлен появлением нового оборудования, имеющего более высокие технико-экономические показатели. В этих условиях дальнейшая эксплуатация устаревшего оборудования является нецелесообразной, так как приводит к увеличению стоимости выпускаемой на нем продукции. Изменением конструкции и улучшением технических показателей такого оборудования при капитальном ремонте в процессе модернизации можно продлить сроки его экономически оправданной эксплуатации.

Приведенная классификация износов электрооборудования является условной, так как все три типа износа нельзя рассматривать изолированно друг от друга. На механический износ токоведущих частей сильное влияние оказывают уровни электромагнитных нагрузок, определяющих уровень механических вибраций и усилий; на электрический износ изоляции значительное влияние оказывают чисто механические факторы (давление щетки, внешние вибрации, абразивный износ изоляции и др.). Степень механического и электрического износа, с другой стороны, определяет и степень морального износа, поскольку определяет энергетические характеристики электрических машин.

Тем не менее раздельный анализ видов износа позволяет более четко выявить физические факторы, лежащие в основе этих явлений, с целью выработки мероприятий, направленных на ослабление их влияния на работу машины.

Витковое короткое замыкание вследствие пробоя изоляции между смежными витками обмотки статора или ротора приводит к повышенному перегреву электрической машины даже при нагрузке, не превышающей номинальную.

Короткое замыкание между фазами обмотки статора вследствие пробоя межфазной изоляции или пробоя изоляции двух фаз на корпус приводит к сильным вибрациям машины переменного тока, которые прекращаются при отключении машины от сети. Кроме того, наблюдается асимметрия токов в фазах и быстрый нагрев отдельных участков обмотки.

При коротком замыкании обмотки фазного ротора (или при пробое изоляции между контактными кольцами и валом) асинхронный двигатель пускается в ход при разомкнутой обмотке ротора. Под нагрузкой пуск двигателя происходит медленно, а ротор сильно нагревается даже при небольшой нагрузке». Обрыв проводников обмотки статора двигателей переменного тока вызывает асимметрию токов и быстрый нагрев одной из фаз при работающей машине. При обрыве фазы (крайний случай обрыва проводников) двигатель не пускается при подаче напряжения, наблюдается сильный шум и быстрый нагрев двигателя. При обрыве фазы работающего двигателя наблюдается резкая асимметрия токов статора, сильный шум и быстрый нагрев сверх допустимых пределов. Обрыв стержня короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного двигателя приводит к повышенным вибрациям, уменьшению частоты вращения под нагрузкой, периодическим пульсациям тока статора во всех фазах.

Недопустимое снижение сопротивления изоляции обмоток может произойти вследствие ее сильного загрязнения, увлажнения или частичного разрушения в результате износа.

Нарушение электрических контактов, паянных или сварных соединений приводит в асинхронных двигателях к тем же последствиям, что и обрыв витков, стержней обмотки ротора или фазы обмотки в зависимости от места нахождения данного электрического соединения. Нарушение контакта в цепи щеток приводит к повышенному искрению.

Нарушение межлистовой изоляции сердечников магнитопроводов статора машин переменного тока или ротора машин постоянного тока приводит к недопустимому повышению температуры Магнитопровода в целом и его отдельных участков. Это в свою очередь приводит к повышенному нагреву обмоток и может вызвать выгорание части магнитопровода.

Ослабление прессовки листов магнитопровода вызывает шум и повышенную вибрацию электрических машин, исчезающие после отключения машины от сети.

Ослабление крепления полюсов и сердечников статоров приводит к повышенной вибрации, исчезающей после отключения машины от сети.

Выработка коллектора и контактных колец, ослабление нажатия щеток приводит к повышенному искрению и нагреву контактных колец и коллектора. При этом износ щеток ускоряется.

Деформация вала приводит к появлению эксцентриситета ротора, больших сил одностороннего тяжения, в результате чего асинхронный двигатель не развивает номинальную скорость, а его работа сопровождается низкочастотным шумом (на оборотной частоте).

Засорение охлаждающих (вентиляционных) каналов и загрязнение корпуса приводит к повышенному нагреву машины или ее отдельных частей при нагрузках, не превышающих расчетных значений.

Выплавка баббита в подшипниках скольжения или чрезмерный износ подшипников качения приводят к нарушению соосности электрической машины и приводного механизма, к появлению эксцентриситета ротора. Первая причина вызывает повышение вибраций, которые не исчезают после отключения ее от сети, а вторая -- такие же проявления, как и при деформации вала.

Нарушение уравновешенности (балансировки) вращающихся частей (муфт, шкивов и роторов) приводит к появлению повышенных вибраций.

Как видно из анализа проявлений возможных неисправностей и их влияния на рабочие свойства электрических машин, одни и те же физические дефекты могут быть вызваны различными причинами. Это часто не позволяет однозначно определить неисправности машины, а ограничиться лишь их возможным перечнем. Истинная причина может быть определена только в процессе дефектации. Если говорить о неисправностях конкретных видов электрических машин, то, как правило, эксплуатационный персонал при работе ориентируется на перечень типовых неисправностей и способ их устранения, который содержится в паспорте каждой электрической машины (или группы однотипных машин). В качестве примера в табл. 1 приведен перечень возможных неисправностей асинхронных двигателей с короткозамкнутой обмоткой ротора серии АИР, вероятных причин их появления и способов устранения. Аналогичные перечни содержатся в паспортах, поставляемых заводами-изготовителями вместе с электрическими машинами.

При устранении неисправностей, указанных в табл.1, двигатель необходимо отсоединить

от питающей сети и от привода.

Таблица 1.

Перечень возможных неисправностей асинхронных двигателей

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
Двигатель при пуске не разворачивается, гудит	Отсутствие или недопустимое уменьшение напряжения питающей сети.	Найти и устранить неисправности сети.
	Перепутаны начало и конец фазы обмотки статора.	Произвести подключение фаз согласно схеме.
	Двигатель перегружен.	Снизить нагрузку
	Неисправен приводной механизм.	Устранить неисправность приводного механизма.
Остановка работающего двигателя	Прекращение подачи напряжения.	Найти и устранить разрыв в электрической цепи.
	Неполадки в аппаратуре распределительного устройства и питающей сети.	Устранить неполадки в аппаратуре и питающей сети.
	Заклинивание приводного механизма.	Устранить неисправность приводного механизма.
	Сработала защита.	Проверить обмотку статора и устранить причину.
Вал вращается, но нормальная частота вращения не достигается	Во время разгона отключилась одна из фаз.	Подключить отсоединившуюся фазу.
	Уменьшилось напряжение в питающей сети.	Поднять напряжение до номинального значения.
	Двигатель перегружен.	Устранить перегрузку.
Повышенный перегрев двигателя	Двигатель перегружен ПО ТОКУ W.	Снизить нагрузку до номинальной.
	Повышено или понижено напряжение в сети.	Установить напряжение в соответствии с ГОСТ 183-74*.
	Повышена температура окружающей среды.	Установить допустимую температуру.
	Нарушена нормальная вентиляция (загрязнены вентиляционные каналы и корпус двигателя).	Почистить корпус и вентиляционные каналы.
	Нарушена нормальная работа приводного механизма.	Устранить неполадки в работе приводного механизма.
Обмотка статора	Межвитковое замыкание в обмотке	Заменить статор.

перегревается, двигатель сильно гудит и не развивает нормальной частоты вращения	статора.	
	Обмотка одной из фаз пробита на корпус (землю) в двух местах.	
	Короткое замыкание между фазами.	
	Обрыв одной из фаз.	
Повышенный перегрев и стук подшипников	Неправильная центровка двигателя с приводным механизмом или ее нарушение.	Правильно отцентровать двигатель с приводным механизмом.
	Повреждение подшипников.	Заменить подшипники
Повышенная вибрация работающего двигателя	Недостаточная жесткость фундамента.	Увеличить жесткость фундамента.
	Несоосность вала двигателя с валом приводного механизма.	Улучшить соосность валов.
	Не сбалансирован привод или соединительная муфта (шкив).	Отбалансировать привод или муфту (шкив).
Пониженное сопротивление изоляции обмоток	Загрязнение или отсыревание обмоток.	Разобрать и почистить двигатель, продуть и просушить обмотку.

Выбор защиты электрических машин

Правильный выбор и настройка защиты электрических машин позволяет увеличить их рабочий ресурс, обеспечить безаварийную работу и повысить эксплуатационную надежность, защита может действовать на отключение и на сигнал.

В первом случае при недопустимом отклонении режимных параметров происходит отключение электрической машины от сети, во втором - подается звуковой или световой сигнал обслуживающему персоналу о недопустимом отклонении параметров, и он уже принимает решение о необходимости отключения машины.

Применение защиты удорожает машину, поэтому выбор типа и количества защит определяется не только технической, но и экономической целесообразностью их установки.

В ПУЭ и ПЭЭП установлены следующие типы защит для электрических двигателей.

Для двигателей напряжением до 1000 В предусмотрены

1. Защита от многофазных коротких замыканий и от минимального напряжения, а в сетях с глухозаземленной нейтралью дополнительная защита от однофазных замыканий (для двигателей переменного тока);
2. Защита от коротких замыканий и от недопустимого повышения частоты вращения (для двигателей постоянного тока);
3. Защита от асинхронного режима (для синхронных двигателей);
4. Защита от перегрузки (для всех двигателей). Для двигателей переменного тока

напряжением свыше 1000 В кроме того предусмотрены: защита (на сигнал и на отключение) от повышения температуры смазки или прекращения ее циркуляции (для двигателей, имеющих принудительную смазку подшипников);

5. Защита (на сигнал и на отключение) от повышения температуры охлаждающего газа или прекращения вентиляции (для двигателей, имеющих принудительную вентиляцию);
6. Защита «на сигнал» от снижения циркуляции воды и защита «на отключение» от прекращения ее циркуляции (для двигателей с водяным охлаждением обмоток и активной стали и имеющих встроенные воздухоохладители, охлаждаемые водой);
7. Общая защита от многофазных коротких замыканий (для блоков «трансформатор - двигатель»);
8. Автоматическое гашение поля в аварийных режимах (как правило, для синхронных электродвигателей мощностью свыше 500 кВт). Для защиты от коротких замыканий применяются предохранители или автоматические выключатели.

Защита от перегрузки должна выполняться с выдержкой времени и может быть построена с использованием тепловых реле. Эта защита должна действовать «на отключение» или «на сигнал», а если возможно, -- на разгрузку двигателя. Защита от перегрузки устанавливается при тяжелых условиях пуска (для ограничения Длительности пуска при пониженном напряжении) и в тех случаях, когда по технологическим причинам возможна перегрузка механизма.

Защита от минимального напряжения применяется для следующих двигателей: для двигателей постоянного тока, не допускающих прямого пуска при напряжении сети; для двигателей тех механизмов, самозапуск которых после останова недопустим по технологическим соображениям; для многоскоростных двигателей тех механизмов, самостоятельный пуск которых допустим и целесообразен (при этом защита должна автоматически переключать двигатель на низшую скорость).

Защита от асинхронного режима синхронных двигателей напряжением до 1000 В должна осуществляться с помощью защиты от перегрузки по току статора, а для двигателей напряжением свыше 1000 В защита может осуществляться с помощью токового реле, реагирующего на увеличение тока статора и отстроенного от действия пускового тока и от тока в режиме форсирования возбуждения.

Для генераторов переменного тока мощностью свыше 1 МВт предусмотрены следующие виды защиты: от многофазных коротких замыканий в обмотке статора и на ее выводах; однофазных замыканий на землю в обмотке статора; двойных замыканий на землю (одно возникло в обмотке статора, другое -- во внешней цепи); замыканий между витками одной фазы в обмотке статора; внешних коротких замыканий; перегрузки токами обратной последовательности применяется для генераторов мощностью свыше 30 МВт; симметричной перегрузки обмотки статора; перегрузки обмотки ротора током возбуждения; асинхронного режима с потерей возбуждения; замыкания на землю во второй точке цепи возбуждения. Защита от многофазных коротких замыканий для генераторов мощностью свыше 1 МВт выполняется в виде дифференциальной токовой защиты, которая должна действовать на отключение генератора от сети, гашение поля и останов приводного двигателя. Для генераторов мощностью до 1 МВт для этих целей может быть использована защита от внешних коротких замыканий, действующая на отключение генератора и гашение поля возбуждения.

Защита от однофазных замыканий на землю при емкостном токе замыкания на землю не менее 5 А выполняется в виде токовой защиты, действующей на отключение генератора и гашение поля возбуждения. Защита от замыканий между витками одной фазы выполняется в виде поперечной дифференциальной токовой защиты без выдержки времени. Она должна действовать на отключение генератора и гашение поля.

Защита от внешних коротких замыканий выполняется в виде максимальной токовой защиты, действующей на отключение генератора.

Защита от симметричной перегрузки обмотки статора также выполняется в виде максимальной токовой защиты, действующей на сигнал с выдержкой времени.

Защита от асинхронного режима может действовать на сигнал, если генератор допускает работу в этом режиме (после гашения поля возбуждения), или на отключение, если асинхронный режим для генератора является недопустимым.

В настоящее время электрические машины снабжаются комплектными защитными устройствами, выполняющими одновременно функции не одной, а нескольких защит. При этом наиболее универсальной остается тепловая защита электрических машин, позволяющая наиболее полно использовать их возможности.

Практическая работа № 8

Техническое обслуживание электродвигателей

Цель работы: изучение правил и мероприятий по техническому обслуживанию электродвигателей.

Документация: СТО 70238424.29.160.30.002-2009 Электродвигатели. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
Дата введения - 2010-01-29

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Область применения стандарта.
 - b. Термины и определения.
 - c. Перечислите требования к ремонтно-технологическому персоналу, осуществляющему непосредственный ремонт и техническое обслуживание электродвигателей.
 - d. Опишите что входит в комплект документов и условия их хранения.
 - e. Перечислите требования, предъявляемые к технической документации по электродвигателям.
 - f. Перечислите виды надзора за организацией эксплуатации электродвигателей и дайте их характеристику.
 - g. Понятие «Техническое освидетельствование электрооборудования», дайте их характеристику.
 - h. Перечислите эксплуатационные требования к электродвигателям, укажите, какой

персонал их осуществляет.

- i. Перечислите требования, предъявляемые к электродвигателям, находящимся в отключенном или резервном режимах.
- j. Какая защита должна быть установлена на электродвигателях, имеющих принудительную вентиляцию.
- k. Перечислите требования, предъявляемые к условиям эксплуатации, допустимым режимам работы, техническим характеристикам и конструкции электродвигателей.
- l. Какое электрооборудование должно иметь на корпусе буквенно-цифровую маркировку.
- m. Какую номинальную мощность должны сохранять электродвигатели при аварийных отклонениях частоты.
- n. Назовите показатели надёжности для электродвигателей согласно ГОСТ 9630.
- o. Укажите количество пусков для электродвигателей согласно ГОСТ Р 51757.
- p. Перечислите предельные допускаемые превышения температуры активных частей электродвигателя.
- q. Сколько выводных устройств, и какие, должны иметь электродвигатели, оснащенные встроенными трансформаторами тока для дифференциальной защиты.
- r. Перечислите требования, предъявляемые к выводным устройствам электродвигателей.
- s. Что должно указываться в наряде-допуске при выполнении работ по техническому обслуживанию электродвигателей?
- t. Перечислите требования по безопасности эксплуатации и технического обслуживания электродвигателей.
- u. Опишите, как производится приемка электродвигателей в эксплуатацию.
- v. Опишите специальные требования по техническому обслуживанию в нормальном режиме работы электродвигателей.
- w. Опишите специальные требования при выполнении работ по контролю работы электродвигателя.
- x. Опишите специальные требования при выполнении работ по техническому и ремонтному обслуживанию электродвигателей.

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению межгосударственных стандартов, правил и рекомендаций по межгосударственной стандартизации и изменений к ним - ГОСТ 1.5-2001, правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие

требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт распространяется на асинхронные и синхронные электродвигатели, используемые для привода механизмов тепловых электростанций с уровнями напряжений систем питания 0,38 (0,66), 3,0, 6,0 (10) кВ, электродвигатели постоянного тока, применяемые для привода питателей топлива, аварийных маслососов турбин и уплотнений вала турбогенераторов с водородным охлаждением, и устанавливает нормы и требования к безопасности и надежности их работы при пуске, останове и эксплуатации.

1.2 Положения настоящего стандарта предназначены для применения предприятиями и организациями, выполняющими проектирование, строительство, монтаж, наладку, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт электродвигателей независимо от форм собственности.

1.3 Настоящий стандарт определяет методы и нормы по эксплуатации и техническому обслуживанию электродвигателей ТЭС, определяет общий порядок, последовательность и условия выполнения основных технологических операций при пуске, остановке, нормальной эксплуатации электродвигателей, а также при аварийных режимах работы, обеспечивающих их надежную, экономичную и безопасную работу.

1.4 Настоящий стандарт основывается на действующих межгосударственных и национальных стандартах, нормативных и технических требованиях заводов-изготовителей приводных электродвигателей для механизмов ТЭС.

1.5 Требования настоящего стандарта являются минимально необходимыми для обеспечения безопасности эксплуатируемого оборудования, если оно используется по прямому назначению в соответствии с эксплуатационными инструкциями, не противоречащими конструкторской (заводской) документации, на протяжении срока, установленного технической документацией, с учетом возможных нештатных (опасных) ситуаций.

1.6 Настоящий стандарт не учитывает все возможные конструктивные и компоновочные особенности исполнения электродвигателей. На основе настоящего стандарта каждая энергокомпания, эксплуатирующая электродвигатели разных типов, в установленном порядке разрабатывает, утверждает и применяет собственную (местную) инструкцию, учитывающую особенности конкретного оборудования и не противоречащую требованиям настоящего стандарта, конструкторской (заводской) документации.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 2.601, ГОСТ 27.002, ГОСТ 15467, ГОСТ 16504, ГОСТ 17398, ГОСТ 18322, ГОСТ 19431, ГОСТ 19919, ГОСТ 20911, ГОСТ 24291, ГОСТ 25866, ГОСТ 27471, СТО 70238424.27.010.001-2008, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 асинхронный пуск вращающегося электродвигателя переменного тока: Пуск вращающегося электродвигателя переменного тока непосредственным подключением его к питающей сети при замкнутой накоротко или на сопротивление вторичной обмотке.

3.2 вращающаяся машина постоянного тока (машина постоянного тока): Вращающаяся

электрическая машина, основной процесс преобразования энергии, в которой обусловлен потреблением или генерированием только постоянного электрического тока.

3.3 время разгона вращающегося электродвигателя: Время от момента подачи напряжения на выводы вращающегося электродвигателя до момента, когда частота вращения его достигает 0,95 установившегося значения, соответствующего норме.

3.4 встраиваемый электродвигатель: Вращающийся электродвигатель, поставляемый в виде пакета активной стали с обмоткой и ротора без подшипниковых щитов, предназначенный для встраивания в механизм, обеспечивающий его защиту.

3.5 двухскоростной асинхронный электродвигатель: Асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором, у которого имеется две первичных обмотки с различным числом пар полюсов или одна первичная обмотка, переключение которой позволяет изменять число пар полюсов.

3.6 коммутационный электрический аппарат: Электрический аппарат, предназначенный для включения или отключения тока в одной или нескольких электрических цепях.

3.7 контрольные испытания: Испытания, используемые для подтверждения соответствия характеристик или свойств объекта установленным требованиям.

3.8 момент инерции механизма: Приведенный к валу электродвигателя момент инерции сочлененного с ним механизма.

3.9 момент сопротивления (тормозной) вращающегося электродвигателя: Вращающий момент на валу электродвигателя, действующий так, чтобы снизить частоту вращения двигателя.

3.10 нагрузка электрической машины: Мощность, которую развивает электрическая машина в данный момент времени. Нагрузка выражается в ваттах, киловаттах, мегаваттах, вольтамперах, киловольтамперах или мегавольтамперах, а также в % или долях номинального тока.

3.11 насосный агрегат: Агрегат, состоящий из насоса или нескольких насосов и приводящего двигателя, соединенных между собой.

3.12 начальный пусковой ток асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором (синхронного двигателя): Максимальный действующий ток, потребляемый заторможенным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором (синхронным двигателем) при питании от питающей сети с номинальным значением напряжения и частоты.

3.13 номинальная мощность электродвигателя: Полезная механическая мощность на валу, выраженная в ваттах (Вт) или киловаттах (кВт).

3.14 номинальная нагрузка: Нагрузка, равная номинальной мощности.

3.15 охлаждающая среда (газообразная или жидкая): Среда, используемая для непосредственного или косвенного охлаждения частей электрической машины. Если для охлаждения используется две или более газообразных или жидких сред, основной их них считается та среда, которая поступает в машину извне, в частности в случае газообразных сред - воздух, поступающий в машину из атмосферы непосредственно или по трубопроводу.

3.16 практически холодное состояние электрической машины: Состояние, при котором

температура любой части электрической машины отличается от температуры окружающей среды не более чем на ± 3 °C.

3.17 превышение температуры вращающейся электрической машины: разность между температурой какой-либо части вращающейся электрической машины и температурой окружающей среды.

3.18 сведения о процессе эксплуатации: Длительность и условия работы, проведение технического обслуживания, ремонта и другие данные.

3.19 электродвигатель с постоянной частотой вращения: Вращающийся электродвигатель, частота вращения которого постоянна или почти постоянна в области допустимых нагрузок.

4 Обозначения и сокращения

АВР - автоматическое включение резерва;

АСУ ТП - автоматизированная система управления технологическим процессом;

БЩУ - блочный щит управления;

ВО - воздухоохладитель;

ДЭМ - дежурный электромонтер;

КРУ - комплектное распределительное устройство;

МНС - масляный насос смазки;

НТД - нормативно-техническая документация;

ППБ - правила пожарной безопасности;

ПТБ - правила техники безопасности;

ПТЭ - правила технической эксплуатации;

ПУЭ - правила устройства электроустановок;

РЗА - релейная защита и автоматика;

РУ - распределительное устройство;

РУСН - распределительное устройство собственных нужд;

СН - собственные нужды;

ТС - термопреобразователь сопротивления;

ТЭС - тепловая электрическая станция;

ИЩУ - центральный щит управления;

ЭТЛ - электротехническая лаборатория;

П - категория контроля при вводе в эксплуатацию нового электрооборудования и электрооборудования, прошедшего восстановительный или капитальный ремонт и реконструкцию на специализированном ремонтном предприятии;

К - категория контроля при капитальном ремонте на энергопредприятии;

С - категория контроля при среднем ремонте;

Т - при текущем ремонте электрооборудования;

М - категория контроля между ремонтами.

5 Общие требования

5.1 Требования к персоналу

5.1.1 К работе в энергокомпаниях на электроустановках, в состав которых входят и электродвигатели для привода механизмов СН ТЭС, допускаются лица с профессиональным образованием, а по управлению электроустановками также и с соответствующим опытом работы.

5.1.2 Лица, не имеющие соответствующего профессионального образования или опыта работы, как вновь принятые, так и переводимые на новую должность должны пройти обучение по действующей в отрасли форме обучения.

5.1.3 Работники структурных подразделений ТЭС, занятые на работах по обслуживанию электродвигателей, связанных с вредными веществами, опасными и неблагоприятными производственными факторами, в установленном порядке должны проходить предварительные (при поступлении на работу) и периодические (в течение трудовой деятельности) в соответствии с картами аттестации рабочих мест медицинские осмотры.

5.1.4 На каждой ТЭС и каждом ее структурном подразделении должна проводиться постоянная работа с персоналом, направленная на обеспечение его готовности к выполнению профессиональных функций и поддержание его квалификации.

В соответствии с законодательством на каждой электростанции и в энергокомпании должен быть разработан порядок проведения работы с персоналом, который должен быть согласован с уполномоченным на то органом, осуществляющим контроль и надзор в электроэнергетике, и утвержден техническим руководителем электростанции.

В зависимости от категорий работников (оперативный персонал, ремонтный персонал, руководители структурных подразделений, управленческий персонал, специалисты и пр.) должны быть установлены следующие формы работы с персоналом:

- подготовка по новой должности (профессии) с обучением на рабочем месте (стажировкой);
- проверка знаний норм и правил по охране труда, стандартов организации НП «ИНВЭЛ» и других государственных норм и правил, включая проверку упомянутых знаний у руководящих работников ТЭС комиссиями уполномоченного органа, осуществляющего контроль и надзор в электроэнергетике;
- дублирование;
- допуск к самостоятельной работе;
- контрольные противоаварийные и противопожарные тренировки;
- инструктажи: вводный, первичный на рабочем месте, повторный, внеплановый, и целевой по безопасности труда, а также инструктаж по пожарной безопасности;
- специальная подготовка для оперативного персонала, включающая выполнение противоаварийных и противопожарных тренировок, изучение изменений, внесенных в

схемы электроустановок, проработка обзоров несчастных случаев и технологических нарушений и прочие вопросы;

- занятия по пожарно-техническому минимуму (для вспомогательных рабочих и других рабочих и служащих);
- непрерывное профессиональное обучение для повышения квалификации дополнительное образование для непрерывного повышения квалификации.

На каждой электростанции должна быть создана техническая библиотека, а также обеспечена возможность персоналу пользоваться учебниками, учебными пособиями и другой технической литературой, относящейся к профилю деятельности организации, а также НТД.

Кроме того, должны быть созданы в соответствии с типовыми положениями кабинет по технике безопасности и технический кабинет.

Объекты для подготовки персонала должны быть оборудованы полигонами, учебными классами, мастерскими, лабораториями, оснащены техническими средствами обучения и тренажа, укомплектованы кадрами и иметь возможность привлекать к преподаванию высококвалифицированных специалистов.

Организация работы с персоналом возлагается на руководителя электростанции.

5.1.5 Допуск к самостоятельной работе вновь принятые работники или имеющие перерыв в работе более 6 месяцев в зависимости от категории персонала получают право на самостоятельную работу после прохождения необходимых инструктажей по безопасности труда, обучения (стажировки) и проверки знаний, дублирования в объеме требований правил работы с персоналом.

5.1.6 При перерыве в работе от 30 дней до 6 месяцев форму подготовки персонала для допуска к самостоятельной работе определяет руководитель электростанции или ее структурного подразделения с учетом уровня профессиональной подготовки работника, его опыта работы, служебных функций и др. При этом в любых случаях должен быть проведен внеплановый инструктаж по безопасности труда.

5.1.7 Во всем неоговоренном настоящим стандартом следует руководствоваться СТО 70238424.27.010.004-2009.

5.2 Требования к технической документации

5.2.1 На каждой ТЭС по электродвигателям и технологическим системам, в состав которых входят электродвигатели должны быть следующие документы:

- протоколы приемосдаточных испытаний в неподвижном состоянии и на холостом ходу и первичные акты поузловой приемки каждого электродвигателя по окончании монтажа, наладки, пробных прокруток и устранения заводских дефектов, дефектов монтажа и наладки;
- протоколы приемосдаточных испытаний электродвигателей под нагрузкой;
- акты рабочих комиссий приемки технологических систем совместно с электродвигателями после индивидуального опробования и функциональных испытаний;
- утвержденная проектная документация по электродвигателям со всеми последующими изменениями;
- технические паспорта на каждый электродвигатель независимо от мощности и рабочего

напряжения, в которые заносятся все сведения о процессе эксплуатации с момента их ввода в эксплуатацию и все изменения, происходящие за весь период работы электродвигателей на энергообъекте;

- комплект заводской конструкторской сопроводительной документации на каждый электродвигатель или группу однотипных электродвигателей, включая схемы соединения обмоток (если они не типовые);
- исполнительные рабочие схемы первичных и вторичных электрических соединений каждого электродвигателя (в случае однотипности электродвигателей допускается иметь указанные схемы в документации одного из электродвигателей);
- исполнительные рабочие технологические схемы вспомогательных систем электродвигателей (систем водяного охлаждения, смазки и т.д.);
- перечень запасных частей к электродвигателям;
- комплект действующих и отмененных инструкций по эксплуатации электродвигателей, а также систем возбуждения и регулирования частоты вращения при наличии последних, должностных инструкций для всех категорий специалистов и для рабочих, относящихся к дежурному персоналу, и инструкций по охране труда.

Комплект указанной выше документации должен храниться в техническом архиве электростанции.

На рабочем месте мастера по ремонту электродвигателей должен находиться и вестись им эксплуатационный журнал на каждый электродвигатель, включая информацию об имевших место на нем отказах.

5.2.2 На электростанции должен быть установлен перечень необходимых инструкций, положений, технологических и оперативных схем для каждого структурного подразделения, участка и лаборатории. Перечни необходимым инструкций и схем по каждому рабочему месту оперативного и руководящего дежурного (административно-технического) персонала составляются начальником структурного подразделения и утверждается техническим руководителем электростанции.

5.2.3 Все изменения в электроустановках, выполненные в процессе эксплуатации, должны быть внесены в инструкции, схемы и чертежи до ввода в работу за подписью уполномоченного лица с указанием его должности и даты внесения изменения.

Информация об изменениях в инструкциях, схемах и чертежах должна доводиться до сведения всех работников (с записью в журнале распоряжений), для которых обязательно знание этих инструкций, схем и чертежей.

5.2.4 Исполнительные технологические схемы (чертежи) вспомогательных систем и исполнительные схемы первичных и вторичных электрических соединений электродвигателей должны проверяться на их соответствие фактическим эксплуатационным не реже одного раза в три года с отметкой на них о проверке.

В эти же сроки пересматриваются инструкции и перечни необходимых инструкций и исполнительных рабочих схем (чертежей).

5.2.5 Комплекты необходимых схем должны находиться на рабочих местах руководящего дежурного персонала электростанции (руководителя смены электростанции, руководителей смен структурных технологических подразделений) и дежурного персонала, непосредственно

обслуживающего электродвигатели (ДЭМ, машиниста турбины и пр.).

Форма хранения схем должна определяться местными условиями.

5.2.6 Все рабочие места должны быть снабжены необходимыми инструкциями.

5.2.7 У дежурного персонала должна находиться оперативная документация, в объем которой должны быть включены:

- для руководителя смены электростанции - суточная оперативная исполнительная схема (схема-макет), на которой представлены РУ высокого и низкого напряжения, от которых питаются электродвигатели СН, оперативный журнал, журнал или картотека заявок диспетчеру на вывод из работы оборудования, находящегося в ведении диспетчера, журнал заявок техническому руководителю на вывод из работы оборудования диспетчеру на вывод из работы оборудования, не находящегося в ведении диспетчера, журнал распоряжений;
- для руководителя смены электротехнического подразделения - суточная оперативная исполнительная схема (см. выше), оперативный журнал, журнал для записи дефектов и неполадок с оборудованием, журнал для записи дефектов релейной защиты, автоматики и телемеханики, карты уставок релейной защиты и автоматики, журнал распоряжений, журнал учета работы по нарядам и распоряжениям;
- для руководителей смен тепломеханических подразделений - исполнительные схемы трубопроводов вспомогательных систем электродвигателей (охлаждение, смазка), оперативный журнал, журнал распоряжений, журнал учета работы по нарядам и распоряжениям, журнал или картотека дефектов и неполадок с оборудованием.

В зависимости от местных условий объем оперативной документации может быть изменен по решению технического руководителя электростанции.

Оперативная документации должна относиться к документации строго учета и подлежит хранению в установленном порядке.

5.2.8 На щитах управления технологическими системами и электродвигателями с постоянным дежурством персонала должны вестись суточные ведомости.

5.2.9 Административно-технический персонал в соответствии с установленными графиками осмотров и обходов оборудования должен проверять оперативную документацию и принимать необходимые меры к устранению дефектов и нарушений в работе вращающегося электрооборудования и персонала.

5.2.10 Во всем неоговоренном настоящим стандартом следует руководствоваться СТО 70238424.27.010.004-2009.

5.3 Технический и технологический надзор за организацией эксплуатации

5.3.1 На каждой ТЭС должен быть организован постоянный и периодический контроль (осмотры, технические освидетельствования, обследования) технического состояния электроустановок с электродвигателями, определены уполномоченные за их состояние и безопасную эксплуатацию лица, а также назначен персонал по техническому и технологическому надзору и утверждены его должностные функции.

Технический и технологический надзор за организацией эксплуатации на электростанциях

осуществляет центральный орган в сфере контроля и надзора в электроэнергетике и его региональные органы.

5.3.2 Все технологические системы с входящим в их состав вращающимся электрооборудованием должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию.

Техническое освидетельствование вращающегося электрооборудования проводится по истечении установленного нормативной документацией срока службы, причем при проведении каждого освидетельствования в зависимости от состояния оборудования намечается срок проведения последующего освидетельствования.

Техническое освидетельствование парка электродвигателей производится комиссией энергообъекта, возглавляемой техническим руководителем электростанции или его заместителем. В комиссию включаются руководитель и специалисты электротехнического подразделения электростанции, представители электротехнических служб энергокомпаний, специалисты специализированных организаций и органов государственного контроля и надзора.

Задачами технического освидетельствования электродвигателей являются оценка их состояния, а также определение мер, необходимых для обеспечения установленного ресурса электродвигателей.

В объем периодического технического освидетельствования на основании действующих НТД должны быть включены: наружный и внутренний осмотр, проверка технической документации, испытания на соответствие условиям безопасной эксплуатации электродвигателей.

Одновременно с техническим освидетельствованием должна осуществляться проверка выполнения предписаний органов государственного контроля и надзора и мероприятий, намеченных по результатам расследования нарушений работы электродвигателей и несчастных случаев при их обслуживании, а также мероприятий, разработанных при предыдущем техническом освидетельствовании электродвигателей.

Результаты технического освидетельствования должны быть занесены в технический паспорт электродвигателя.

Эксплуатация электродвигателей с аварийноопасными дефектами, выявленными в процессе освидетельствования, а также с нарушениями сроков технического освидетельствования не допускается.

5.3.3 Постоянный контроль технического состояния электродвигателей производится оперативным персоналом электростанции.

Объем контроля устанавливается в соответствии с положениями нормативных документов.

Порядок контроля устанавливается местными производственными и должностными инструкциями.

5.3.4 Периодические осмотры электродвигателей производятся лицами, контролирующими их безопасную эксплуатацию.

Периодичность осмотров устанавливается техническим руководителем электростанции.

Результаты осмотров должны фиксироваться в специальном журнале.

5.3.5 Лица, контролирующие состояние и безопасную эксплуатацию вращающегося электрооборудования, обеспечивают соблюдение технических условий при эксплуатации электродвигателей, учет их состояния, расследование и учет отказов в работе электродвигателей и их элементов, ведение эксплуатационно-ремонтной документации.

5.3.6 Работники электростанций, осуществляющие технический и технологический надзор за эксплуатацией вращающегося электрооборудования должны:

- организовывать расследование нарушений в эксплуатации электродвигателей;
- вести учет технологических нарушений в работе электродвигателей;
- контролировать состояние и ведение технической документации;
- вести учет выполнения профилактических противоаварийных и противопожарных мероприятий;
- принимать участие в организации работы с персоналом.

5.3.7 Во всем неоговоренном следует пользоваться указаниями СТО 70238424.27.010.004-2009.

5.4 Эксплуатационные требования к электродвигателям

5.4.1 На каждой ТЭС между структурными подразделениями электростанции должны быть распределены функции и границы по обслуживанию электродвигателей, а также определены должностные функции персонала.

Распределение обязанностей по оперативному, техническому и ремонтному обслуживанию электродвигателей и их вспомогательных технологических систем (системы смазки, охлаждения и пр.) должно возлагаться на персонал следующих структурных подразделений: технологического подразделения (подразделения, обслуживающего механизм), электротехнического подразделения, подразделения, АСУ ТП и химического подразделения.

5.4.2 Персонал технологического подразделения осуществляет:

- оперативное обслуживание электродвигателей и приводимых механизмов в объеме, оговоренном разделом 6 настоящего стандарта;
- центровку и балансировку агрегата;
- снятие, ремонт и установку соединительных муфт (полумуфт электродвигателя и механизма) и выносных подшипников скольжения, включая подшипники, установленные на наружной части торцевых щитов (электродвигатели 4АЗМ, 2АДОС и др.), а также в грузонесущих крестовинах электродвигателей вертикального исполнения;
- ремонт фундамента и рамы;
- обслуживание и ремонт оборудования масляной системы (при принудительной смазке подшипников);
- доливку и смену масла;
- ремонт вкладышей выносных подшипников скольжения электродвигателей, включая подшипники, установленные на наружной части торцевых щитов;
- ремонт ВО и теплообменников, не встроенных в статор электродвигателей;

- обслуживание и ремонт устройств подвода воздуха, а также оборудования (насосы, фильтры и пр.), трубопроводы и арматура распределительной сети охлаждающей воды до фланцевых соединений ВО, а также до фланцев на водопроводе к ротору и сердечнику статора электродвигателей АВ(2АВ) -8000/6000;
- покраску механизмов и электродвигателей, нанесение на них диспетчерских наименований и стрелок, указывающих направление вращения механизма и электродвигателя;
- снятие и установка электродвигателя на фундамент в случае аварийного ремонта приводимого механизма по согласованию с руководством электротехнического подразделения.

5.4.3 Персонал электротехнического подразделения осуществляет:

- оперативное, техническое и ремонтное обслуживание электродвигателей резервных возбудителей, электродвигателей, являющихся составным элементом электрооборудования, а также электродвигателей, установленных в РУ;
- оперативное обслуживание электродвигателей в объеме, оговоренном разделом 6 настоящего стандарта (кроме электродвигателей задвижек);
- профилактические испытания, ремонт и сушку изоляции электродвигателей (кроме электродвигателей задвижек);
- съем и установку электродвигателей при ремонте (кроме электродвигателей задвижек);
- ремонт ВО, встроенных в статор;
- съем и установку встроенных подшипников качения, включая подшипники качения, устанавливаемые на наружной части торцевых щитов (электродвигатели 2АДО и др.);
- замена и пополнение смазки в подшипниках качения;
- ремонт элементов системы непосредственного водяного охлаждения обмотки ротора и сердечника статора, размещенных внутри ротора (начиная от входного фланца на подводе воды) и корпуса статора электродвигателей АВ(2АВ) -8000/6000;
- контроль за заполнением конденсатом обмотки ротора и сердечника статора;
- обслуживание щеточно-контактных аппаратов;
- обслуживание электрических пускорегулирующих устройств, а также систем возбуждения синхронных электродвигателей;
- контроль за состоянием изоляции электродвигателя и подводящего кабеля;
- контроль за соответствием используемого типа электродвигателя условиям его работы (частота пусков, режим работы и т.п.);
- установка ТС в корпус статора после их ремонта (для электродвигателей со встроенным заводским теплоконтролем);
- обслуживание электроизмерительных приборов, вторичных цепей управления и электрических защит электродвигателя;
- обслуживание и ремонт электрооборудования систем непосредственного водяного охлаждения активных частей электродвигателей АВ(2АВ) -8000/6000 и маслостанций двигателей с принудительной смазкой подшипников.

5.4.4 Персонал подразделения АСУ ТП осуществляет:

- обслуживание и ремонт электродвигателей задвижек и других электрических присоединений, закрепленных за подразделением АСУ ТП;

- обслуживание и ремонт ТС и систем теплоконтроля, в том числе реализуемых средствами АСУ ТП;
- обслуживание реле или датчиков уровня, сигнализирующих о появлении воды в корпусе электродвигателя;
- обслуживание манометров, измерительных диафрагм, дифманометров и вторичных приборов расхода, преобразователей давления и расхода, установленных в системах маслоснабжения подшипников и водоснабжения воздухоохладителей и активных частей электродвигателей;
- обслуживание устройств технологических сигнализации, блокировок и защит электродвигателей.

5.4.5 Персонал химического подразделения осуществляет контроль качества охлаждающей воды, поступающей в ВО и теплообменники; конденсата, циркулирующего в системах непосредственного охлаждения обмотки ротора и сердечника статора, а также смазочного масла, применяемого в подшипниках скольжения.

5.4.6 Возможное отступление от указанного выше распределения обязанностей по обслуживанию и ремонту отдельных узлов и систем электродвигателей (включая выполнение ряда ремонтных работ специализированными структурными подразделениями электростанции и ремонтными предприятиями) с учетом местных условий должно быть закреплено распоряжением технического руководителя электростанции.

5.4.7 Все электродвигатели, установленные в технологических структурных подразделениях электростанции, должны иметь на корпусе буквенно-цифровую маркировку, общую с механизмом и соответствующую исполнительной рабочей технологической схеме, и указатель направления вращения. Аналогичная маркировка должна иметься на шкафах возбуждения и пускорегулирующих устройствах электродвигателей. У кнопок или ключей управления коммутационными аппаратами и возле последних должны быть четкие надписи, указывающие к какому электродвигателю они относятся, а также какая кнопка или какое направление поворота ключа относится к пуску и какие к останову электродвигателя. Маркировка электрических шкафов и устройств, коммутационных аппаратов, кнопок и ключей управления, должна выполняться персоналом электротехнического подразделения ТЭС. Маркировка должна состоять из сокращенного наименования вспомогательного оборудования (вращающегося механизма), порядкового номера основного оборудования, в состав которого входит вспомогательный механизм, с добавлением букв А, Б, В и далее (по числу механизмов).

При наличии на ТЭС локальных и обще станционных АСУ ТП, решающих задачи управления и контроля за работой основного и вспомогательного оборудования электростанции маркировка (нумерация) механизмов СН и сопряженного с ними оборудования и аппаратуры (электродвигатели, кабели, ячейки РУ, устройства РЗА, технологические датчики и пр.) по месту и на исполнительных схемах должна быть выполнена в системе KKS.

Ключи АВР и технологических блокировок должны иметь надписи, указывающие их рабочее положение (работа, автоматика, резерв, сблокировано и пр.).

На корпусе каждого электродвигателя должна быть заводская табличка по ГОСТ 12969 и ГОСТ 12971 с указанием типа, заводского номера машины, товарного знака, номинальных и других технических данных.

5.4.8 Вблизи места установки электродвигателей, имеющих дистанционное или автоматическое управление, должна располагаться кнопка аварийного отключения. Аварийной кнопкой разрешается пользоваться только для экстренной остановки электродвигателя.

Кнопки аварийного отключения должны быть защищены от случайных или ошибочных действий и опломбированы.

Контроль за сохранностью пломб должен осуществлять оперативный персонал электротехнического подразделения электростанции.

5.4.9 Электродвигатели, имеющие двойное управление (местное и дистанционное с операторской станции АСУ ТП), должны быть оснащены переключателем выбора рода управления, располагаемым на местном кнопочном посту управления, и сигнализацией положения переключателя.

5.4.10 Степень защиты электродвигателей защищенного исполнения, предназначенных для работы в закрытых помещениях без искусственного регулирования климатических условий при запыленности окружающего воздуха до 2 мг/м³, должна быть не ниже IP23 по ГОСТ 17494.

Степень защиты электродвигателей закрытого и закрытого обдуваемого исполнения, предназначенных для работы на открытом воздухе и в помещениях с запыленностью окружающего воздуха не более 10 мг/м³, должна быть не ниже IP44 по ГОСТ 17494.

Степень защиты выводного устройства для обоих исполнений электродвигателей должна быть не ниже IP54, а для электродвигателей, изготовленных по ГОСТ Р 51757 - не ниже IP55.

Двигатели и их выводные устройства, предназначенные для установки в помещениях с повышенной запыленностью окружающей среды, требующих периодической гидроуборки, должны иметь степень защиты не ниже IP55.

5.4.11 Открытые вращающиеся части (соединительные муфты, шкивы, концы вала, ременные и зубчатые передачи) должны быть ограждены.

5.4.12 Корпус электродвигателя и металлическая оболочка питающего кабеля должны быть надежно заземлены с обеспечением видимой связи соединения между корпусом электродвигателя и контуром заземления. Заземляющий проводник должен быть соединен сваркой с металлическим основанием или с помощью болтового соединения со станиной электродвигателя.

5.4.13 Для электродвигателей переменного тока мощностью свыше 100 кВт в случае необходимости контроля технологического процесса, а также электродвигателей механизмов, подверженных технологическим перегрузкам, должен быть обеспечен контроль тока статора. Шкала прибора градуируется в амперах при индивидуальном контроле и в процентах при избирательной системе контроля. На шкале амперметра должна быть нанесена черта, соответствующая номинальному току статора.

На электродвигателях постоянного тока для привода питателей топлива, аварийных масляных насосов турбин и уплотнений вала турбогенераторов с водородным охлаждением независимо от их мощности должен контролироваться ток якоря.

Для агрегатов СН, управляемых с помощью АСУ ТП, индикация текущих значений токов на экране видеомонитора, превысивших номинальное значение, должна отличаться от индикации токов нормального режима электродвигателя.

5.4.14 Отключенные электродвигатели, находящиеся в резерве, должны быть постоянно готовы к немедленному пуску.

5.4.15 Электродвигатели, находящиеся в резерве, должны пускаться в работу, а работающие - переводиться в резерв не реже одного раза в месяц по графику, утвержденному техническим руководителем электростанции. При этом у электродвигателей наружной установки, не имеющих обогрева, должны проверяться сопротивление изоляции обмотки статора и коэффициент абсорбции.

Автоматические устройства включения резерва (АВР) должны проверяться не реже 1 раза в квартал по программе и графику, утвержденными техническим руководителем электростанции.

5.4.16 Продуваемые электродвигатели, устанавливаемые в пыльных помещениях с повышенной влажностью и температурой воздуха, должны быть оборудованы устройствами подвода чистого охлаждающего воздуха.

Количество воздуха, продуваемого через электродвигатель, а также его параметры (температура, содержание примесей и т.п.) должны соответствовать указаниям заводских технических описаний и инструкций по эксплуатации.

5.4.17 Воздуховоды для подвода и отвода охлаждающего воздуха должны выполняться из несгораемых материалов и иметь механически прочную и газоплотную конструкцию. Устройства для регулирования расхода воздуха и избыточного давления воздуха после окончательной регулировки должны быть надежно закреплены и опломбированы.

Плотность тракта охлаждения (воздуховодов, узлов присоединения кожухов воздуховодов к корпусу электродвигателя, заслонок) должна проверяться не реже одного раза в год.

5.4.18 Индивидуальные электродвигатели внешних вентиляторов охлаждения должны автоматически включаться и отключаться при включении и отключении основных электродвигателей.

5.4.19 Верхние точки водяных камер ВО и теплообменников электродвигателей должны быть оборудованы кранами или пробками для контроля полноты заполнения аппарата водой.

5.4.20 На электродвигателях, имеющих принудительную смазку подшипников, должна быть установлена защита, действующая на сигнал и отключение электродвигателя при повышении температуры вкладышей подшипников сверх допустимой или прекращении поступления смазки.

На электродвигателях, имеющих принудительную вентиляцию с отдельно установленными вентиляторами, должна быть установлена защита, действующая на сигнал и отключение электродвигателя при повышении температуры двигателя сверх допустимой в контролируемых точках или при прекращении действия вентиляции.

5.4.21 Электродвигатели АВ(2АВ) -8000/6000, которые ранее применялись для привода питательных насосов с системами водяного охлаждения обмотки ротора и активной стали статора, а также электродвигатели со встроенными ВО должны быть оборудованы устройствами, сигнализирующими о появлении воды в корпусе. Кроме того, электродвигатели первой группы должны быть оснащены защитой, действующей на сигнал при снижении расхода конденсата через активные части и на отключение с выдержкой времени не более 3 мин при прекращении циркуляции охлаждающей среды.

Эксплуатация оборудования и аппаратуры систем водяного охлаждения, качество конденсата в этих системах и охлаждающей воды ВО должны соответствовать указаниям заводских инструкций.

5.4.22 В технически обоснованных случаях для привода механизмов тягодутьевой группы, питательных и сетевых электронасосов должен применяться регулируемый электропривод на базе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и преобразователя частоты, питающего обмотку статора. Возможны и иные схемы с применением специальных асинхронных электродвигателей двойного питания.

5.5 Требования к условиям эксплуатации, допустимым режимам работы, техническим характеристикам и конструкции электродвигателей

5.5.1 Для обеспечения нормальной работы электродвигателей напряжение на шинах собственных нужд должно поддерживаться 100 - 105 % номинального.

Электродвигатели должны сохранять номинальную мощность при длительных отклонениях напряжения в сети до ± 10 % номинального значения.

Контроль уровня напряжения на шинах собственных нужд должен осуществляться по измерительным приборам (по индикации на мониторах АСУ ТП), установленным на щитах управления (ИЩУ, БЩУ), а также приборам, подключенным к трансформаторам напряжения или непосредственно к шинам секций и силовых сборок в помещениях КРУ, РУСН и пр.

5.5.2 При длительном изменении частоты питающей сети в пределах $\pm 2,5$ % (1,25 Гц) от номинальной электродвигатели должны сохранять номинальную мощность.

5.5.3 Номинальная мощность электродвигателей должна сохраняться при одновременном отклонении напряжения и частоты при условии, что при работе с повышенным напряжением и пониженной частотой или с пониженным напряжением и повышенной частотой сумма абсолютных значений отклонений напряжения и частоты не превышает 10 % и каждое из отклонений не превышает нормы.

Превышения температур активных частей электродвигателей, возникающие при отклонениях напряжения и частоты по п.п. 5.5.1 - 5.5.3, при условии непрерывной работы, могут быть выше значений, указанных в таблице 4, но не более чем на 10 °С - для электродвигателей мощностью до 1000 кВт и на 5 °С - для электродвигателей мощностью свыше 1000 кВт.

5.5.4 Электродвигатели должны сохранять номинальную мощность при аварийных отклонениях частоты:

- от 49 до 48 Гц - продолжительностью не более 5 мин за один аварийный режим, не более 25 мин - за год и не более 750 мин - за срок службы;
- от 48 до 47 Гц - продолжительностью не более 1 мин за один аварийный режим, не более

8 мин - за год и не более 180 мин - за срок службы;

- от 47 до 46 Гц - продолжительностью до 10 с за один аварийный режим и не менее 30 мин - за срок службы.

5.5.5 Электродвигатели должны быть рассчитаны на кратковременную работу до 60 с с номинальной нагрузкой при номинальной частоте питающей сети и снижении напряжения до 75 % номинального значения.

5.5.6 Напряжение на шинах постоянного тока, питающих силовые шкафы электродвигателей, цепи управления, устройства релейной защиты, сигнализации и автоматики в нормальных эксплуатационных условиях допускается поддерживать на 5 % выше номинального напряжения электроприемников.

5.5.7 Электродвигатели должны допускать прямой пуск от полного напряжения сети и обеспечивать пуск механизма как при полном напряжении сети, так и при напряжении не менее 80 % от номинального в процессе пуска. Для электродвигателей мощностью свыше 5000 кВт устанавливается более низкое напряжение, но не менее 75 % номинального значения.

Значения допустимых моментов инерции приводимых механизмов и зависимости моментов сопротивления их на валу двигателей в процессе пуска от частоты вращения должны быть установлены в технических условиях на двигатели конкретных типов.

5.5.8 Согласно ГОСТ 9630 для электродвигателей должны быть установлены следующие показатели надежности:

- назначенная (установленная) безотказная наработка - не менее 7500 ч;
- средняя наработка на отказ - не менее 12000 ч;
- назначенный (установленный) срок службы до капитального ремонта - 5 лет;
- коэффициент готовности - не менее 0,99;
- полный срок службы - 20 лет.

Для электродвигателей напряжением свыше 1000 В для механизмов СН ТЭС номенклатура и значения показателей надежности должны указываться в технических условиях на двигатели конкретных типов, включая:

- срок службы до капитального ремонта - 8 лет;
- расчетный срок службы подшипников качения - не менее 20000 ч для двухполюсных двигателей, 30000 ч для вертикальных двигателей и не менее 50000 ч для остальных типов двигателей.

Согласно ГОСТ Р 51757 электродвигатели должны быть рассчитаны на 10000 пусков за срок службы (при мощности до 5000 кВт включительно) или 7500 пусков (при мощности электродвигателя более 5000 кВт).

5.5.9 В пределах числа пусков по пункту 5.5.8 электродвигатели должны допускать до шести пусков за сутки (при пусконаладочных работах - до восьми пусков за сутки), а за год:

- насосная группа механизмов - 300 - 800 пусков;
- питательные насосы - 400 - 700 пусков;
- тягодутьевые механизмы - от 500 до 700 пусков;
- механизмы топливоприготовления - от 800 до 1000 пусков;

- механизмы топливоподачи - до 2500 пусков;
- при этом меньшие значения относятся к электродвигателям мощностью более 5000 кВт.

5.5.10 Двухскоростные асинхронные электродвигатели, как правило, допускают прямой ступенчатый пуск только от обмотки меньшей частоты вращения с последующим переключением (при необходимости) на обмотку большей частоты вращения.

Согласно ГОСТ Р 51757 в случае необходимости двухскоростные электродвигатели должны допускать бесступенчатый пуск до большей частоты вращения. Число таких пусков должно быть указано в технических условиях на конкретные электродвигатели.

Коммутация таких электродвигателей должна производиться не более чем двумя выключателями.

Не допускается одновременное включение обеих обмоток.

5.5.11 В соответствии с ГОСТ Р 51757 двухскоростные электродвигатели напряжением свыше 1000 В должны допускать шесть переключений схемы обмотки статора (изменений частоты вращения) в сутки.

5.5.12 По условиям крепления обмотки статора асинхронные электродвигатели, изготовленные в соответствии с ГОСТ Р 51757, должны допускать повторную подачу питания при векторной сумме остаточного напряжения на шинах собственных нужд, к которым подключен двигатель, и вновь подводимого напряжения питания, не превышающего 180 % номинального.

Количество режимов с повторной подачей питания за срок службы двигателя не более 500.

Двухскоростные двигатели, работающие на большей частоте вращения, при повторной подаче напряжения должны обеспечивать самозапуск на той же частоте вращения.

При перерыве питания до 2,5 с электродвигатели (включая электродвигатели с регулированием частоты вращения) ответственного тепломеханического оборудования должны обеспечивать их групповой самозапуск при повторной подаче напряжения от рабочего или резервного источника питания с сохранением устойчивости технологического режима основного оборудования.

Перечень ответственных механизмов должен быть утвержден техническим руководителем электростанции.

5.5.13 Не допускается работа электродвигателя при исчезновении напряжения на одной из фаз.

5.5.14 Вертикальная и поперечная составляющие вибрации (среднее квадратическое значение виброскорости или удвоенная амплитуда колебаний), измеренные на подшипниках электродвигателей, сочлененных с механизмами, не должны быть выше значений, указанных в заводских инструкциях.

При отсутствии таких указаний в технической документации вибрация подшипников электродвигателей, сочлененных с механизмами, не должна быть выше значений, приведенных в таблице 1.

Таблица 1.

Вибрация подшипников электродвигателей, сочлененных с механизмами

Наименование параметра	Синхронная частота вращения, об/мин			
	3000	1500	1000	750 и менее
Удвоенная амплитуда колебаний подшипников, мкм	30	60	80	95

Для электродвигателей, сочлененных с углеразмольными механизмами, дымососами и другими механизмами, вращающиеся части которых подвержены быстрому износу, а также электродвигателей, сроки эксплуатации которых превышают 15 лет, допускается работа агрегатов с повышенной вибрацией подшипников электродвигателей в течение времени, необходимого для устранения причины повышенной вибрации.

Нормы вибрации для этих условий не должны быть выше значений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2.

Нормы вибрации подшипников

Наименование параметра	Синхронная частота вращения, об/мин			
	3000	1500	1000	750 и менее
Удвоенная амплитуда колебаний подшипников, мкм	50	100	130	160

Периодичность измерений вибрации ответственных механизмов должна быть установлена техническим руководителем электростанции.

5.5.15 В соответствии с ГОСТ 183 электродвигатели должны без повреждений и остаточных деформаций выдерживать следующие перегрузки по току статора (см. таблицу 3).

Таблица 3.

Перегрузки по току статора

Мощность электродвигателя, тип	Величина перегрузки, %	Длительность перегрузки, мин
Электродвигатели переменного тока мощностью 0,55 кВт и выше, кроме двигателей с непосредственным охлаждением обмоток	50	2
Электродвигатели постоянного тока, а также двигатели переменного тока с непосредственным охлаждением обмоток	50	

5.5.16 В современных электродвигателях, применяемых для привода механизмов СН электростанций должны использоваться изоляционные материалы классов нагревостойкости не ниже В по ГОСТ 8865. Допускается применение изоляционных материалов более низкого класса в двигателях ранних поколений.

Согласно требованиям ГОСТ 183 предельные допускаемые превышения температуры частей электрических машин при температуре газообразной охлаждающей среды 40 °С и высоте над уровнем моря не более 1000 м, если они не указаны в стандартах, технических условиях и заводских инструкциях по эксплуатации на конкретные виды машин, должны соответствовать

значениям, указанным в таблице 4.

Таблица 4.

Предельные допускаемые превышения температуры для активных частей электродвигателя

Активные части электродвигателя	Предельные допускаемые превышения температуры, °С, при изоляционных материалах классов нагревостойкости по ГОСТ 8865					Используемый способ измерения температуры
	A	E	B	F	H	
1	2	3	4	5	6	7
1 Обмотки переменного тока электродвигателей мощностью 5000 кВт·А и выше или с длиной сердечника 1 м и более	60	70	80	100	125	Метод сопротивления или ТС, уложенных в паз
2 Обмотки переменного тока электродвигателей мощностью менее 5000 кВт·А или с длиной сердечника менее 1 м; обмотки возбуждения электродвигателей постоянного и переменного тока с возбуждением постоянным током, кроме указанных в п.п. 3 и 4 настоящей таблицы; якорные обмотки, соединенные с коллектором	50/60	65/75	70/80	85/100	105/125	Метод термометра - в числителе дроби, метод сопротивления в знаменателе
3 Стержневые обмотки фазных роторов асинхронных электродвигателей двигателей и обмотки возбуждения синхронных электродвигателей	65	80	90	110	135	Метод термометра или сопротивления
4. Обмотки возбуждения малого сопротивления, имеющие несколько слоев, и компенсационные обмотки	60	75	80	100	125	Метод термометра или сопротивления
5. Сердечники и другие стальные части, соприкасающиеся с обмотками	60	75	80	100	125	Метод термометра или ТС, уложенных в паз
6. Коллекторы и контактные кольца	60	70	80	90	100	Метод термометра

Если температура охлаждающего воздуха выше 40 °С (но не более 60 °С), предельные допускаемые превышения температуры, указанные в таблице 4, уменьшаются для всех классов изоляционных материалов на разность между температурой охлаждающей среды и температурой 40 °С. При температуре охлаждающей среды выше 60 °С допускаемые превышения устанавливаются по согласованию с заводом-изготовителем.

Если температура охлаждающей среды ниже 40 °С, предельные допускаемые температуры, указанные в таблице 4, для всех классов изоляционных материалов могут быть увеличены на разность между температурой 40 °С и температурой охлаждающей среды, но не более чем на 10 °С.

5.5.17 Предельно допустимые температуры подшипников при длительной работе электродвигателей не должны превышать:

- 80 °С - для подшипников скольжения (температура масла на сливе при этом не должна быть более 65 °С);
- 100 °С - для подшипников качения.

При применении специальных подшипников качения или специальных масел и вкладышей для подшипников скольжения допускаются более высокие температуры, что должно быть отмечено в эксплуатационной документации завода-изготовителя и отражено в местной инструкции.

5.5.18 Смазка подшипников качения должна быть консистентная, подшипников скольжения - жидкостная кольцевая, принудительная под давлением или комбинированная. Марки рекомендуемых смазок и масел должны быть оговорены в инструкциях заводов-изготовителей и указаны в местных инструкциях по эксплуатации электродвигателей. Там же должны иметься сведения о количестве и периодичности пополнения (замены) смазки, а для подшипников с принудительной смазкой - продолжительность работы до первой ревизии подшипников и смены масла.

Конструкцией подшипникового узла асинхронных электродвигателей напряжением свыше 1000 В с подшипниками качения должна быть предусмотрена возможность пополнения и замены смазки на ходу без остановки электродвигателя.

По заказу потребителя электродвигатели мощностью 630 кВт и выше, подверженные вибрации со стороны приводимого механизма (дымососы, углеразмольные механизмы), должны быть оснащены датчиками вибрации подшипников.

5.5.19 На электродвигателях с принудительной смазкой подшипников расход масла через каждый подшипник должен быть отрегулирован так, чтобы перегрев масла относительно температуры входящего масла не превышал 15 - 20 °С.

Температура масла, подводимого к подшипникам скольжения с принудительной смазкой, должна быть от 30 до 45 °С в зависимости от типа электродвигателя. Согласно ГОСТ Р 51757 при прекращении подачи смазки подшипники должны допускать работу не менее 2 мин с номинальной частотой вращения и в дальнейшем на выбеге при согласованных режимах.

5.5.20 Электродвигатели с замкнутой системой вентиляции, оснащенные водяными охладителями, должны обеспечивать номинальную нагрузку при температуре охлаждающей воды от 1 до 33 °С.

5.5.21 Водяные охладители электродвигателя должны обеспечивать разность между температурой охлаждающего воздуха, выходящего из воздухоохладителя, и температурой охлаждающей воды, поступающей в охладитель, не более пределов от 7 до 10 °С. Температура охлаждающей воды при этом не должна превышать соответственно 33 и 30 °С.

В технически обоснованных случаях допускается увеличивать вышеуказанную разность.

5.5.22 Выводные устройства электродвигателей должны быть изготовлены в соответствии с требованиями ГОСТ 9630.

Обмотка статора должна иметь шесть выводных концов, закрепленных в выводном устройстве: три конца являются выводами трех фаз, а остальные три конца соединяются вместе в нулевую точку. По согласованию соединение выводных концов в нулевую точку может

выполняться в отдельной коробке.

5.5.23 Двухскоростные электродвигатели должны быть оснащены выводными устройствами для каждой частоты вращения.

5.5.24 Класс нагревостойкости изоляции выводных концов должен быть не ниже класса нагревостойкости изоляции обмотки статора.

5.5.25 Конструкция выводного устройства должна обеспечивать возможность подключения и уплотнения одного или двух трехжильных питающих кабелей с медными или алюминиевыми жилами. В технически обоснованных случаях по согласованию конструкция выводного устройства должна обеспечивать подключение и уплотнение трех и более трехжильных питающих кабелей.

5.5.26 Электродвигатели, оснащенные встроенными трансформаторами тока для дифференциальной защиты, должны иметь два выводных устройства: одно - для вывода начала фаз обмотки статора, а второе - для вывода концов обмотки статора, образующих нулевую точку.

5.5.27 Выводные устройства должны допускать разворот с фиксацией через 90° для подвода питающих кабелей с любой стороны. По согласованию выводные устройства электродвигателей мощностью более 2500 кВт могут допускать разворот с фиксацией через 180°.

5.5.28 Выводные устройства должны допускать отгибание отсоединенных кабелей вместе с узлом крепления на период испытаний.

5.5.29 В маслосистемах электродвигателей должны применяться масло- и теплостойкие (до 100 °С) материалы для уплотняющих прокладок фланцевых соединений маслопроводов. Прокладки рекомендуется изготавливать из электротехнического картона (прессшпана) или из других материалов по согласованию с заводом-изготовителем агрегата.

Толщина прокладок должна быть не более 0,7 мм для напорных маслопроводов смазки и от 1 до 1,5 мм для сливных маслопроводов.

Уплотняемые поверхности фланцев должны быть параллельными.

Запрещается выравнивание не параллельности уплотняемых поверхностей путем стягивания их болтами.

5.5.30 Для электродвигателей насосных агрегатов высокого давления следует учесть особые условия эксплуатации:

- не допускать вращения электродвигателя в обратную сторону, т.е. постоянно контролировать исправность обратного клапана насоса;
- отключать электродвигатель только после закрытия задвижки на напорной линии насоса, а при автоматическом отключении электродвигателя напорная задвижка должна автоматически закрываться;
- вентиль рециркуляции на остановленном насосе должен быть открыт, а на работающем - закрыт;
- пуск насоса должен производиться с опорожненной гидромуфтой, заполнение которой маслом производится после набора электродвигателем номинальной частоты вращения.

5.5.31 Дополнительные требования к техническим характеристикам и конструкции

отдельных групп электродвигателей СН ТЭС, не оговоренные в настоящем разделе, регламентируются требованиями СТО 70238424.29.160.30.001-2009, а также требованиями заводских технических описаний и инструкций по эксплуатации.

5.6 Требования по безопасности эксплуатации и технического обслуживания электродвигателей

5.6.1 В каждом структурном подразделении ТЭС, обслуживающем электродвигатели, должны быть разработаны и утверждены инструкции по охране труда как для работников отдельных профессий (электромонтеры, слесари и др.), так и на отдельные виды работ (монтажные, наладочные, ремонтные, проведение испытаний и др.).

5.6.2 Каждый работник в пределах своих функций должен знать и строго выполнять требования безопасности труда и промышленной санитарии, относящиеся к обслуживанию вращающегося оборудования и организации труда на рабочем месте, а также сообщать о их нарушении непосредственному руководителю.

5.6.3 Общее руководство работой по организации охраны труда и промышленной безопасности возлагается на руководителя электростанции, а применительно к вращающимся механизмам и электродвигателям - на начальников технологических структурных подразделений ТЭС.

Ответственность за несчастные случаи, включая случаи нарушения здоровья, несут лица административно-технического персонала, не обеспечившие соблюдения ПТБ и производственной санитарии и не принявшие должных мер их предупреждению, а также лица, непосредственно нарушившие правила.

5.6.4 Руководители технологических подразделений, обслуживающих вращающееся механическое и электрическое оборудование, обязаны обеспечивать безопасные и здоровые условия труда на рабочих местах и производственных помещениях, контролировать их соответствие действующим требованиям безопасности и производственной санитарии, а также своевременно организовывать обучение, проверку знаний, инструктаж персонала, контроль за соблюдением им требований по охране труда и при необходимости обеспечивать персонал средствами индивидуальной защиты.

5.6.5 Средства защиты, приспособления и инструмент, применяемые при обслуживании электродвигателей, должны своевременно подвергаться осмотру и испытаниям.

5.6.6 Весь персонал, связанный с эксплуатацией электродвигателей, должен быть практически обучен способам оказания первой медицинской и экстремальной реанимационной помощи, а также приемам оказания первой помощи пострадавшим непосредственно на месте происшествия.

5.6.7 В каждом структурном подразделении ТЭС должны быть аптечки или сумки первой помощи с пополняемым запасом медикаментов и медицинских средств.

Персонал, причастный к обслуживанию электродвигателей, в зависимости от характера выполняемой работы должен быть обеспечен специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты и обязан ими пользоваться во время работы.

5.6.8 Установленные в структурных подразделениях ТЭС электродвигатели должны соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.2.007.1, ГОСТ 12.1.003 и ГОСТ 9630. Уровень пожарной безопасности должен обеспечиваться конструкцией

электродвигателя как в нормальном, так и аварийном режимах работы (перегрузка, короткое замыкание и т.д.) в соответствии с ГОСТ 12.1.004.

5.6.9 Эксплуатация, техническое обслуживание, испытания и ремонт электродвигателей должны вестись с соблюдением нижеследующих требований безопасности и пожаробезопасности:

5.6.9.1 Ремонтные и восстановительные работы на конкретном электродвигателе должны выполняться, как правило, на остановленном агрегате с оформлением наряда-допуска.

Допуск ремонтных бригад к месту производства работ должен осуществляться оперативным персоналом электростанции. При этом допуск к работам на вращающихся или токоведущих частях электродвигателей должен производиться после выполнения организационных мероприятий (оформление работ нарядом, распоряжением или перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации; допуск к работе; надзор во время работы; оформление перерыва в работе, перевода на другое место, окончания работы) и выполнения в указанном порядке технических мероприятий (произведены необходимые отключения и приняты меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационных электрических аппаратов; на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационных электрических аппаратов должны быть вывешены запрещающие плакаты; проверено отсутствие напряжения на токоведущих частях, которые должны быть заземлены для защиты людей от поражения электрическим током; наложено заземление (включены заземляющие ножи, а там, где они отсутствуют, установлены переносные заземления); вывешены указательные плакаты «Заземлено», ограждены при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывешены предупреждающие и предписывающие плакаты), установленных.

5.6.9.2 Выводы обмоток и кабельные воронки у электродвигателей должны быть закрыты ограждениями, снятие которых требует отвертывания гаек или вывинчивания болтов. Снимать эти ограждения во время работы электродвигателя запрещается.

Элементы конструкции выводного устройства при токе короткого замыкания 40 кА длительностью 0,5 с и при ударном токе 128 кА не должны разрушаться до степени, угрожающей безопасности обслуживающего персонала.

5.6.9.3 Вращающиеся части электродвигателей и части, соединяющие электродвигатели с механизмами (муфты, шкивы), должны иметь ограждения от случайных прикосновений, снимать которые во время работы двигателя запрещается.

5.6.9.4 У работающего двухскоростного электродвигателя неиспользуемая обмотка статора и питающий ее кабель должны рассматриваться как находящаяся под напряжением.

5.6.9.5 При одновременной работе на механизме и электродвигателе соединительная муфта должна быть расцеплена. Расцепление муфты должно производиться ремонтным персоналом по наряду на ремонт вращающегося механизма.

5.6.9.6 Перед началом работы на электродвигателе, приводящем в движение насос или тягодутьевой механизм, должны быть приняты меры, препятствующие вращению электродвигателя со стороны механизма. Такими мерами являются: закрытие соответствующих задвижек или шиберов, запирающие их штурвалы на замок с помощью цепей или других устройств и приспособлений. На отключенных арматуре и пусковом устройстве механизма

должны быть вывешены плакаты «Не открывать! Работают люди» и «Не включать! Работают люди», запрещающие подачу напряжения и оперирование запорной арматурой, а на месте производства работы - знак безопасности «Работать здесь!».

5.6.9.7 Работы на электродвигателе (или группе электродвигателей), от которого отсоединен питающий кабель и концы его замкнуты накоротко и заземлены, могут производиться без наряда, по распоряжению.

Подача рабочего напряжения на электродвигатель до полного окончания работ (пробное включение, испытание электродвигателя или его пускового устройства) может быть произведено после удаления бригады, возвращения производителем работ наряда оперативному персоналу и снятие временных ограждений, запирающих устройств и плакатов.

Подготовка рабочего места и допуск бригады после пробного включения производится как при первичном допуске.

О подаче напряжения производитель работ обязан предупредить работников своей бригады.

5.6.9.8 В период проведения ремонта для очистки от загрязнения металлических частей, узлов и обмоток с термореактивной изоляцией запрещается применять пожароопасные моющие средства.

При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. По окончании измерения мегаомметром сопротивления изоляции каждой электрической независимой цепи ее следует разрядить на заземленный корпус электродвигателя.

5.6.9.9 Запрещается обслуживать электродвигатели в женском платье, в плащах, пальто и халатах из-за возможности захвата вращающимися частями указанной одежды.

5.6.9.10 Обслуживание щеточного аппарата на работающем электродвигателе допускается по распоряжению, обученному для этой цели работнику с группой III по электробезопасности при соблюдении следующих мер предосторожности:

- работать с использованием средств защиты лица и глаз, в застегнутой спецодежде, остерегаясь захвата ее вращающимися частями электродвигателя;
- пользоваться диэлектрическими галошами, коврами;
- не касаться руками одновременно токоведущих частей двух полюсов или токоведущих и заземляющих частей.

Кольца ротора допускается шлифовать на вращающемся электродвигателе лишь с помощью колодок из изоляционного материала.

5.6.9.11 Запрещается применение резиновых, полиэтиленовых и других прокладок из мягкого и немаслостойкого материала для фланцевых соединений маслопроводов системы смазки электродвигателей.

5.6.9.12 Запрещается проведение работ на маслопроводах и оборудовании маслосистемы при ее работе, за исключением замены манометров и доливки масла.

5.6.9.13 При обнаружении загорания в коробке выводов и внутри корпуса электродвигателя он должен быть отключен от сети, а на синхронном электродвигателе и снято

возбуждение.

Загоревшуюся обмотку электродвигателя персонал может тушить вручную через специальные смотровые и технологические лючки с помощью передвижных средств пожаротушения (огнетушителей, пожарных стволов и др.) после отключения электродвигателя.

5.6.9.14 Тушение пожара в электродвигателях (после их отключения от сети) должно производиться водой, углекислотными или бромэтиловыми огнетушителями.

Запрещается тушение пожара в электродвигателях пенными огнетушителями или песком.

6 Специальные требования

6.1 Приемка электродвигателей в эксплуатацию

6.1.1 Электрическая и механическая части вновь смонтированных электродвигателей СН должна быть выполнена по проекту с учетом требований заводов-изготовителей и соответствовать требованиям строительных норм и правил, стандартов, включая стандарты безопасности труда, норм технологического проектирования, требованиям ПУЭ, правилам охраны труда и пожаробезопасности, а по окончании монтажа подвергнута наладке и испытаниям согласно Приложению А к настоящему стандарту.

Окончание монтажа и наладочных работ должно быть зафиксировано записью ответственных лиц монтажной и наладочной организаций в «Журнале ввода оборудования из монтажа», хранящемся на ЦЩУ.

6.1.2 Во время монтажа и наладки, а также по их окончании электрическая часть смонтированного электродвигателя (собственно двигатель с его вспомогательными системами охлаждения, смазки и пр., оборудование первичной схемы, вторичные устройства контроля, управления, автоматики и релейной защиты) должна пройти поузловое опробование и приемку мастером соответствующего участка электротехнического подразделения или группы ЭТЛ. Окончание поузловой приемки фиксируется в «Журнале ввода оборудования из монтажа», после чего разрешается произвести пробный пуск электродвигателя.

6.1.3 Готовность к пробному пуску определяет руководство электротехнического подразделения ТЭС, исходя из состояния электродвигателя и результатов поузловой приемки. По его заявке руководитель смены электротехнического подразделения дает указание подчиненному персоналу на сборку электрической схемы опробуемого электродвигателя. Перед этим дежурный персонал электротехнического и технологического подразделений должны осмотреть электродвигатель в объеме, указанном в 6.2.1 настоящего стандарта.

6.1.4 Пробный пуск электродвигателя должен производиться в присутствии мастера (инженера) электротехнического подразделения ТЭС, представителей монтажной организации и завода-изготовителя (в присутствии последнего должны осуществляться монтаж и пробные пуски двигателей мощностью 4000 кВт и выше), представителя технологического подразделения электростанции.

Пробный пуск осуществляется для определения направления вращения (у двухскоростных электродвигателей направление вращения проверяется на обеих скоростях), механической исправности, правильности его сборки и установки. Первый и последующие пробные пуски, как правило, производятся при отсоединенном приводном механизме и не до полного разворота. При невозможности пуска без механизма (в случае применения встраиваемого электродвигателя)

производится пробный пуск совместно с ненагруженным механизмом. После пробных кратковременных пусков и устранения замеченных дефектов производится пуск и прокрутка электродвигателя на холостом ходу или с ненагруженным механизмом в течение времени (не менее 1 ч), необходимого для достижения подшипниками установившейся температуры. При этом должны быть проверены вибрационное состояние, отсутствие посторонних звуков, работа подшипников, ток холостого хода, осевой разбег ротора электродвигателя с подшипниками скольжения.

Проведение и результаты пробного пуска должны быть отмечены руководителем пуска в «Журнале ввода оборудования из монтажа» и дежурным персоналом - в оперативных журналах.

6.1.5 После пробных пусков двигателя на холостом ходу он должен пройти испытания под нагрузкой в процессе индивидуальных и функциональных испытаний технологической системы, в состав которой он входит. При этом проверяется вибрационное и тепловое состояние двигателя при неизменной мощности, потребляемой из сети, не менее 50 % и при соответствующей установившейся температуре обмоток.

Индивидуальные и функциональные испытания технологической системы совместно с электродвигателем (электродвигателями) должны завершиться пробным пуском оборудования системы, выполняемым монтажно-наладочной организацией. При этом должна быть проверена работоспособность всего оборудования и механизмов с электродвигателями, безопасность их эксплуатации, произведены окончательные проверки и настройки всех систем контроля и управления электродвигателя и механизма, в том числе автоматических регуляторов, устройств защиты и технологических блокировок, сигнализации и КИП.

Дефекты и недоделки монтажа и наладки, а также дефекты оборудования, выявленные в процессе индивидуальных и функциональных испытаний технологической системы (совместно с электродвигателем), должны быть устранены виновниками до начала комплексного опробования.

К пробным пускам должны быть выполнены условия для надежной и безопасной эксплуатации вводимых в работу систем (обучен персонал, разработаны и утверждены эксплуатационные инструкции, исполнительные оперативные схемы, подготовлены запасы топлива, материалов, инструмента и ЗИП, введены средства связи, пожарной сигнализации, аварийного освещения, системы контроля и управления, получено разрешение от органов государственного контроля и надзора).

Завершающей стадией пробных пусков технологических систем является подписание рабочей комиссией акта их приемки для комплексного опробования основных агрегатов и вспомогательного оборудования энергоустановки под нагрузкой.

6.1.6 Приемка электродвигателя (электродвигателей) в эксплуатацию производится при удовлетворительных результатах его (их) проверки под нагрузкой в процессе пробных пусков технологической системы, после чего электродвигатель (электродвигатели) передаются в обслуживание эксплуатационному персоналу с записью в «Журнале ввода оборудования из монтажа».

6.1.7 Окончательная приемка пускового комплекса ТЭС с оборудованием технологических систем и входящими в них электродвигателями осуществляется по завершении комплексного опробования основных агрегатов и всего вспомогательного оборудования под

нагрузкой, которое считается проведенным при условии нормальной и непрерывной работы основного оборудования в течение 72 ч (после включения в сеть) на основном топливе с номинальной нагрузкой и проектными параметрами пара (газа) и при постоянной или поочередной работе всего вспомогательного оборудования пускового комплекса.

После комплексного опробования и устранения дефектов и недоделок оформляется акт приемки в эксплуатацию оборудования с относящимися к нему зданиями. Устанавливается длительность периода освоения серийного оборудования, во время которого должны быть закончены необходимые испытания, наладочные и доводочные работы и обеспечена эксплуатация оборудования с проектными показателями.

6.1.8 Во всем неоговоренном в настоящем стандарта следует руководствоваться СТО 70238424.27.010.004-2009.

6.2 Эксплуатация и техническое обслуживание в нормальном режиме работы

6.2.1 Подготовка электродвигателя к пуску

6.2.1.1 При подготовке электродвигателя к пуску (впервые или после ремонта) дежурный персонал технологического структурного подразделения обязан проверить следующее:

- a. окончание всех работ на механизме, закрытие нарядов, отсутствие на агрегате и внутри ограждений людей и посторонних предметов.
- b. наличие масла в маслованнах и уровень его по маслоуказателю в электродвигателях с подшипниками скольжения и кольцевой смазкой. В электродвигателях с принудительной смазкой - готовность к работе маслосистемы.
- c. наличие давления и протока воды через воздухоохладители (и маслоохладители при их наличии).
- d. положение запорной и регулирующей арматуры механизмов с учетом указаний п. 5.5.30.
- e. исправность датчиков устройств сигнализации и технологических защит, приборов теплового контроля и технологического контроля (при их наличии).
- f. надежность крепления электродвигателя и механизма, наличие защитных ограждений вращающихся частей и механических передач, отсутствие захламления площадок обслуживания, наличие маркировки на электродвигателе.

- на электродвигателях АВ(2АВ) -8000/6000, оснащенных системами непосредственного водяного охлаждения сердечника статора и обмотки ротора, а также агрегатах с принудительной системой смазки подшипников двигателя и механизма произвести:

- a. включение циркуляции конденсата (масла) через активные части электродвигателя (подшипники агрегата) с проверкой плотности обратных клапанов насосов и регулировкой в необходимых пределах расхода, давления и температуры рабочей среды;
- b. опробование (с привлечением дежурного персонала электротехнического подразделения и подразделения АСУ ТП) АВР насосов, устройств технологических сигнализации, блокировок и защит и ввод их в работу;
- c. осмотр включенных в работу систем на предмет отсутствия течей.

- готовность механизма к пуску.

6.2.1.2 При отсутствии замечаний по состоянию агрегата руководитель смены электростанции должен дать команду руководителю смены электротехнического подразделения на сборку электрической схемы электродвигателя. При получении такого распоряжения дежурный персонал электротехнического подразделения должен:

- проверить окончание работ и закрытие всех выданных нарядов на работы на электродвигателе и его электрооборудовании. Убедиться, имеется ли выписка в «Журнале вывода-ввода оборудования из ремонта».
- осмотреть электродвигатель, его электрооборудование, проверить подключение питающих кабелей к выводам электродвигателя, отсутствие голых токоведущих частей, плотность выводного устройства или закрытие камеры выводов, исправность пусковой и коммутационной аппаратуры, состояние щеточного аппарата, наличие и исправность защитного заземления электродвигателя.
- убедиться, что площадка вокруг электродвигателя и сам электродвигатель очищены от грязи и посторонних предметов.
- снять переносные заземления или отключить заземляющие ножи.
- проверить мегаомметром целостность фаз обмотки статора и питающего кабеля и состояние изоляции обмоток.

Для вводимых впервые в эксплуатацию новых электродвигателей переменного тока и электродвигателей, прошедших восстановительный или капитальный ремонт и реконструкцию на специализированном ремонтном предприятии, допустимые значения сопротивления изоляции обмотки статора, коэффициента абсорбции и коэффициента нелинейности, являющиеся условиями их включения в работу без сушки, должны соответствовать величинам, приведенным в Приложении А.

Сопротивление изоляции обмоток роторов синхронных электродвигателей и асинхронных электродвигателей с фазным ротором на напряжение 3 кВ и выше или мощностью более 1 МВт, впервые включаемых в работу, должно быть не менее значений, приведенных в Приложении А, а по окончании плановых ремонтов не нормируется.

Для электродвигателей напряжением выше 1 кВ, находящихся в эксплуатации, допустимое значение сопротивления изоляции обмотки статора R60" и коэффициент абсорбции по окончании капитального или текущего ремонтов не нормируются, но должны учитываться при решении вопроса о необходимости их сушки. В эксплуатации определение коэффициента абсорбции обязательно для электродвигателей напряжением выше 3 кВ или мощностью более 1 МВт. Следует учитывать, что при длительном нахождении двигателя в ремонте возможно увлажнение его обмотки статора, что может потребовать сушки и по этой причине затянуть ввод его в работу. Поэтому при пуске блока из планового ремонта измерение изоляции обмотки статора электродвигателей ответственных механизмов собственных нужд следует проводить не позднее 2 суток до намеченного срока окончания ремонта.

Сопротивление изоляции обмоток статоров электродвигателей напряжением выше 1 кВ вместе с питающим кабелем, пускаемых после длительного простоя или нахождения в резерве, также не нормируется. Считается достаточным, если указанное сопротивление составляет не

менее 1 МОм на 1 кВ номинального линейного напряжения.

Сопротивление изоляции статорной цепи (с кабелем) электродвигателей напряжением ниже 1 кВ, измеренное после длительных простоя и нахождения в резерве, должно быть не менее 0,5 МОм.

В случае недопустимого снижения сопротивления изоляции и неудовлетворительных значений коэффициента абсорбции и нелинейности электродвигатель необходимо подвергнуть сушке.

Сопротивление изоляции обмоток электродвигателей постоянного тока, впервые вводимых в эксплуатацию, а также эксплуатируемых электродвигателей по окончании капитального и текущего ремонтов должно быть не менее значений, приведенных в Приложении А.

- снять знаки безопасности и запрещающие предупредительные плакаты с электродвигателя и коммутационной аппаратуры, которой была выполнена разборка электрической схемы электродвигателя.

- собрать электрическую схему электродвигателя и маслоснабжения смазки (при их наличии), подать оперативный ток на цепи управления, защиты, сигнализации, на цепи автоматики и блокировок.

При подготовке к работе электродвигателей шаровых мельниц помимо сборки электрической схемы синхронных двигателей и их маслостанций необходимо собрать электрические схемы их возбуждателей (систем возбуждения) и вентиляторов принудительной системы охлаждения (при наличии последних).

- проверить наличие и работу сигнальных ламп на пульте управления, отсутствие выпавших указательных реле и сигналов о неисправности схемы и электродвигателя, включая информацию о неготовности, выведенную на монитор АСУ ТП (при ее наличии).

- доложить лицу, отдавшему распоряжение о подготовке электродвигателя к пуску, о сборке электрической схемы и готовности электродвигателя к включению в сеть. Сделать запись в оперативном журнале.

6.2.2 Пуск электродвигателя в работу

6.2.2.1 Включение электродвигателя в работу производится дежурным персоналом технологического подразделения, обслуживающим данный механизм.

О предстоящем пуске мощного или ответственного электродвигателя, находящегося в длительном резерве (более 1 месяца) или после ремонта, персонал подразделения, обслуживающий пускаемый механизм, должен поставить в известность персонал электротехнического подразделения, который обязан выполнить предпусковые операции по 6.2.1.2. Исключение составляют пуски, связанные с ликвидацией аварийного положения, и пуски электродвигателей, включающихся по АВР.

6.2.2.2 При местном включении электродвигателя его ключ управления (кнопку) следует держать в положении «Включить» до момента разворота электродвигателя.

При дистанционном включении электродвигателя его ключ управления (виртуальный ключ на видеокадре технологической схемы пускаемого агрегата) следует держать в положении

«Включить» до момента, когда сработает сигнализация, указывающая на окончание выполняемой операции (загорание сигнальной лампы, светового табло и пр.).

6.2.2.3 На месте установки электродвигателя необходимо вести наблюдение за режимом пуска. Наблюдающее лицо технологического подразделения должно проконтролировать правильность вращения, легкость хода, отсутствие посторонних шумов. В случае появления искр, дыма из обмотки или подшипников, возникновения постороннего звука, стука и задеваний следует немедленно отключить электродвигатель аварийной кнопкой.

При нормальном протекании пуска наблюдающее лицо должно осмотреть электродвигатель, убедиться в нормальной работе подшипников, отсутствии их недопустимого нагрева и вибрации.

6.2.2.4 Лицо, производящее пуск, должно наблюдать за пуском по амперметру или индикации тока статора на экране операторской станции АСУ ТП (при их наличии).

При пуске асинхронного электродвигателя (с постоянной частотой вращения) начальный пусковой ток статора превышает номинальное значение от 5 до 7 раз и остается практически неизменным в течение всего пуска. Как только частота вращения ротора достигнет 95 % номинального значения, ток статора резко снижается до величины близкой к номинальному значению или ниже. Время пуска в зависимости от маховых масс (момента инерции) механизма колеблется от нескольких секунд (циркуляционные, питательные насосы) до десятков секунд (дутьевые вентиляторы, дымососы). Пуск асинхронного электродвигателя успешен, когда развиваемый им момент (включая начальный пусковой момент) в течение изменения частоты вращения от 0 до номинальной превышает момент сопротивления (тормозной) на валу двигателя.

При пуске синхронного двигателя шаровой мельницы первоначально осуществляется его асинхронный пуск за счет пусковой короткозамкнутой обмотки, размещенной в полюсных наконечниках. По достижении подсинхронной частоты вращения осуществляется автоматическое возбуждение двигателя подачей постоянного тока в цепь рабочей обмотки ротора, и происходит втягивание электродвигателя в синхронизм. Признаками втягивания двигателя в синхронизм являются наличие тока возбуждения и установившееся положение стрелки амперметра в цепи статорной обмотки.

Если ток статора по окончании пуска превышает номинальное значение, следует частично разгрузить двигатель по активной и, при необходимости, по реактивной мощности (последнее только для синхронных двигателей при работе с пониженным (опережающим) коэффициентом мощности).

6.2.2.5 Если в момент включения электродвигателя напряжением выше 1000 В появится сигнал «Земля на секции...», электродвигатель следует отключить и сообщить об этом дежурному персоналу электротехнического подразделения.

6.2.2.6 Если при пуске электродвигатель отключился, то необходимо сквитировать ключ управления, произвести осмотр электродвигателя и сообщить дежурному персоналу электротехнического подразделения для принятия мер по выяснению причины отключения и срабатывания защиты.

6.2.2.7 Двухскоростные двигатели, как правило, должны включаться в сеть на обмотке меньшей частоты вращения с последующим переключением (при необходимости) на обмотку большей частоты вращения.

6.2.2.8 Особенности частотного пуска и других режимов работы асинхронных регулируемых электродвигателей должны указываться в местных инструкциях, составленных на базе инструкций предприятия-разработчика регулируемого электропривода.

6.2.2.9 Пуск электродвигателей, приводящих во вращение вентиляторы (дымососы, дутьевые вентиляторы, вентиляторы горячего дутья и т.п.) должен производиться при закрытых шибах.

6.2.2.10 Электродвигатели с короткозамкнутыми роторами разрешается по условиям их нагрева пускать из практически холодного состояния 2 раза подряд, из горячего - 1 раз, если заводской инструкцией не допускается большего количества пусков. Последующие пуски разрешаются после охлаждения электродвигателя в течение времени, определяемого заводской инструкцией.

Последующие пуски электродвигателей напряжением свыше 1000 В допускаются через 3 ч.

6.2.3 Контроль работы электродвигателя

6.2.3.1 Постоянный контроль работы электродвигателей должен осуществляться дежурным персоналом технологического подразделения, обслуживающим механизмы.

Кроме этого, состояние и режим работы электродвигателей должен контролировать дежурный персонал электротехнического подразделения путем периодических по графику обходов и осмотров всех как работающих, так и находящихся в резерве электродвигателей. Независимо от этого все электродвигатели напряжением выше 1000 В не реже двух раз в месяц, а остальные один раз в месяц должны подвергаться осмотру мастером по ремонту.

Внеочередные осмотры электродвигателей необходимо производить при отключении их защитой и резком изменении климатических условий (для агрегатов наружной установки) и режима работы.

6.2.3.2 Электродвигатели, длительно находящиеся в резерве, и автоматические устройства включения резерва должны осматриваться и опробоваться вместе с механизмами по утвержденному техническим руководителем электростанции графику, но не реже одного раза в месяц.

6.2.3.3 Во время работы электродвигателя дежурный персонал технологических подразделений обязан:

- осуществлять регулирование нагрузки электродвигателей в допустимых пределах в зависимости от режима работы котла, турбины и другого оборудования электростанции, следя за тем, чтобы токи статора (ротора) не превышали номинальных значений.

При отсутствии штатного теплоконтроля контролировать нагрев электродвигателя непосредственно прикосновением к корпусу рукой. При превышении допустимых пределов по величине тока или нагреву (уточненному измерениями с использованием переносного прибора) необходимо разгрузить агрегат и принять меры к выяснению причины перегрузки и перегрева.

- контролировать нагрев и вибрацию подшипников. Если на ощупь будет обнаружено повышение температуры или вибрации подшипника, то необходимо перейти на средства измерительного контроля (при отсутствии соответствующих стационарных датчиков и

приборов).

Предельные допустимые значения вибрации и температур подшипников электродвигателей приведены в 5.5.14 и 5.5.17 настоящего стандарта;

- контролировать уровень масла в электродвигателях с кольцевой смазкой подшипников.

Камеры подшипников скольжения должны быть заполнены маслом до отметки на указателе уровня масла или, если нет отметки, то до середины маслоуказательного стекла на подшипнике. При необходимости произвести долив масла рекомендуемой заводом-изготовителем марки (Т22, Т30, Тп30 или иное). Частая доливка (чаще одного раза в месяц) свидетельствует о его утечке. Особенно опасна утечка масла внутрь корпуса электродвигателя, поскольку это может вызвать разъедание лаковых покрытий и снижение сопротивления изоляции обмотки статора.

В электродвигателях с принудительной системой смазки контролировать давление масла в напорном маслопроводе и количество масла на сливе из подшипника, которое должно заполнять примерно от 1/2 до 1/3 сечения сливного маслопровода;

- следить за правильной работой смазочных колец, в частности за их вращением. Быстрое вращение смазочных колец, сопровождаемое легким звоном, указывает на недостаток масла в камере подшипника;

- обращать внимание на появление ненормального шума в подшипниках качения, указывающего на недостаточное количество смазки или появление дефекта на поверхностях обойм и тел качения и сообщать об этом руководителю смены электротехнического подразделения;

- следить за нагревом статора по штатным датчикам теплоконтроля. При обнаружении повышенного нагрева обмотки, сердечника и охлаждающего воздуха произвести частичную разгрузку двигателя по токам статора (ротора) и принять неотложные меры по восстановлению нормального теплового состояния электродвигателя за счет регулирования параметров охлаждающей воды и конденсата, идущего на охлаждение ротора и сердечника статора.

При невозможности снижения температур до допускаемых значений электродвигатель должен быть остановлен по согласованию с руководителем смены электротехнического подразделения;

- наблюдать за щеточным аппаратом синхронных электродвигателей. При выявлении недопустимого искрения, повышенной вибрации и других дефектов сообщить об этом руководителю смены электротехнического подразделения для принятия мер по нормализации работы узла токосъема;

- контролировать режим работы воздухоохлаждаителей, а также системы непосредственного водяного охлаждения электродвигателей АВ(2АВ) -8000/6000, обеспечивая поддержание в допустимых пределах давлений, расходов и температур охлаждающей воды и конденсата;

- следить, чтобы все вращающиеся части электродвигателя (концы валов, полумуфты, шкивы и т.п.) были надежно закрыты ограждениями.

- не допускать попадания пара, воды и масла на выводное устройство электродвигателя или внутрь его корпуса;

- содержать электродвигатель в чистоте, не допускать наличия посторонних предметов около электродвигателя;

- вести учет пусков и остановов электродвигателя;

- ставить в известность руководителя смены электротехнического подразделения о всех ненормальностях в работе электродвигателя.

6.2.3.4 Дежурный персонал электротехнического подразделения при обходе и осмотре электродвигателя должен контролировать:

- нагрузку, нагрев корпуса, температуру охлаждающей среды, подшипников качения, меди и сердечника статора (без права их регулирования);
- отсутствие течей встроенных в статор ВО и узлов водоподвода к активным частям электродвигателя внутри их корпусов;
- состояние освещения площадки обслуживания;
- состояние заземлений корпуса электродвигателя;
- состояние коробки выводов;
- отсутствие нагревов контактных соединений и запаха горелой изоляции;
- состояние щеточно-контактных аппаратов электродвигателей переменного тока (при этом контролируются степень искрения, нагрев и вибрация щеток, усилия прижатия х к контактными кольцам, загрязненность аппарата щеточной пылью, наличие зависших, предельно изношенных щеток, а также щеток с механическим повреждением их арматуры и пр.).

6.2.3.5 Если во время осмотров выявляются аварийные ситуации и неисправности в работе электродвигателей, необходимо устранить их при условии, что производимые при этом операции допускается выполнять производственными инструкциями и правилами безопасности единолично данному дежурному. Перед началом работ по устранению неисправностей электродвигателя, угрожающих нарушением нормальной работы энергоустановки, должны быть выполнены все организационные и технические мероприятия по подготовке рабочего места по 5.6.10.1.

В противном случае необходимо немедленно сообщить вышестоящему оперативному лицу об аварийном состоянии и необходимости принятия срочных мер.

Перечень наиболее характерных неисправностей электродвигателей и методы их устранения приведены в приложении Б.

6.2.3.6 Отключение электродвигателя или изменение режима его работы дежурный персонал электротехнического подразделения производит только с разрешения руководителя смены подразделения, где установлен электродвигатель, за исключением аварийных случаев по 6.3.1.

6.2.3.7 Все работы, связанные с ремонтом электродвигателей, производятся ремонтным персоналом электротехнического подразделения электростанции или специализированной ремонтной организацией.

6.2.4 Плановое отключение и особенности допуска к работам на электродвигателе. Опробование при ремонте

6.2.4.1 Отключение электродвигателя в ремонт (резерв) производится дежурным персоналом технологического подразделения по указанию руководителя смены подразделения с разрешения руководителя смены электростанции на основании имеющейся заявки.

При плановом останове электродвигателя осуществляется снижение нагрузки с учетом указаний 5.5.30, отключение выключателя электродвигателя, отключение возбуждения (для синхронных электродвигателей), отключение маслососов системы принудительной смазки (после прекращения вращения ротора), отключение насосов водяного охлаждения активных частей двигателей, удаление воды и осушка системы охлаждения сжатым воздухом (для электродвигателей АВ(2АВ)-8000/6000), прекращение подачи охлаждающей воды к воздухоохладителю и разборка электрических схем собственно электродвигателя и электродвигателей его обеспечивающих систем.

При длительных остановах или перерывах в работе, если температура окружающей среды ниже 5 °С, на электродвигателях наружной установки должны включаться электронагреватели, если они предусмотрены заводом-изготовителем.

6.2.4.2 В оперативном журнале дежурного персонала технологического структурного подразделения должна быть сделана запись о том, для каких работ, какого подразделения и по чьему требованию остановлен электродвигатель. Предстоящие ремонтные работы должны быть оформлены нарядом (распоряжением) с выполнением при допуске к работе организационно-технических мероприятий согласно 5.6.10.1.

6.2.4.3 После отключения электродвигателя дежурным персоналом технологического подразделения на ключ или кнопку управления остановленного электродвигателя должен быть вывешен запрещающий плакат «Не включать! Работают люди». Кроме этого должны быть приняты меры, препятствующие вращению электродвигателя со стороны механизма. Такими мерами являются закрытие напорной задвижки, направляющих аппаратов, шиберов, перевязка цепью штурвалов с запирающим замком, вывешивание запрещающего плаката «Не открывать! Работают люди».

6.2.4.4 До полного окончания ремонтных работ и до закрытия наряда дежурный персонал технологического подразделения не имеет права снимать эти запрещающие плакаты. Снятие их должно производиться перед сборкой схемы электродвигателя по указанию руководителя смены технологического подразделения.

6.2.4.5 Для проведения ремонтных работ на вращающихся частях механизма или электродвигателя или на его токоведущих частях дежурным персоналом электротехнического подразделения по указанию руководителя смены электротехнического подразделения должны быть приняты следующие меры по подготовке рабочего места.

6.2.4.6 Электрическая схема электродвигателя напряжением выше 1 кВ должна быть разобрана с созданием видимого разрыва путем выкатки тележки КРУ в ремонтное положение. Защитные шторки должны быть заперты на замок и на них вывешен запрещающий плакат «Не включать! Работают люди». В ячейке КРУ должен быть включен заземляющий нож.

У двухскоростного электродвигателя должны быть отключены и разобраны обе цепи питания обмоток статора.

6.2.4.7 Электрическая схема электродвигателей напряжением 380 В, подключенных к секции РУСН-0,4 кВ, должна быть разобрана отключением автоматического выключателя и

установкой его тележки в ремонтное положение. Должен быть вывешен запрещающий плакат «Не включать! Работают люди», от выводов электродвигателя отсоединен питающий кабель и установлено переносное заземление.

6.2.4.8 Электрическая схема электродвигателей напряжением 380 В, подключенных к силовым сборкам, должна быть разобрана отключением автоматического выключателя, на его рукоятку должен быть вывешен плакат «Не включать! Работают люди». На токоведущих частях после автоматического выключателя должно быть проверено отсутствие напряжения и включен заземляющий нож, а при его отсутствии отключен питающий кабель от выводов электродвигателя и установлено переносное заземление.

У электродвигателей небольшой мощности, у которых сечение питающего кабеля не позволяет установить переносное заземление, допускается заземлять кабель (с отсоединением или без отсоединения от выводов электродвигателя) медным проводником сечением не менее сечения жилы кабеля или соединять между собой жилы кабеля и изолировать их. При этом допускаются скрутки.

6.2.4.9 По окончании подготовки рабочих мест в оперативном журнале руководителя смены электротехнического подразделения должно быть записано, по чьему указанию, заявке какого подразделения и для каких работ электродвигатель выведен в ремонт.

6.2.4.10 Если питающий кабель электродвигателя ремонтируемого механизма имеет заземление со стороны ячейки или сборки, то отсоединение кабеля от выводов электродвигателя (по заявке технологического подразделения) должно выполняться только в тех случаях, когда во время ремонта требуется перемещение, разворот или снятие электродвигателя с фундамента.

Как правило, отключение кабелей от выводов электродвигателей должно производиться при выводе блока или другого технологического оборудования в капитальный ремонт.

6.2.4.11 При останове механизма только для ремонта электродвигателя, отключение кабеля от выводов электродвигателя, если со стороны РУСН установлено заземление, должно производиться персоналом, ремонтирующим электродвигатель.

6.2.4.12 Во всех случаях на отключенные концы кабеля дежурным персоналом электротехнического подразделения должно быть установлено переносное заземление.

6.2.4.13 По окончании ремонта подсоединение питающего кабеля к выводам электродвигателя, как правило, должно выполняться персоналом, ремонтирующим электродвигатель. Как исключение, в аварийных случаях подсоединение кабеля разрешается производить дежурному персоналу.

6.2.4.14 Производство ремонтных работ на электродвигателях, расположенных на территории технологического подразделения, производится по нарядам и распоряжениям, выданным электротехническим подразделением с ежедневного разрешения руководителя смены технологического подразделения, который должен зафиксировать это в своем оперативном журнале. Разрешение должно быть передано по телефону руководителю смены электротехнического подразделения и зафиксировано в его оперативном журнале.

6.2.4.15 Во время капитального и текущего ремонта блока допуск к работам на электродвигателях, расположенных в помещении технологического подразделения и находящихся в зоне действия общего наряда, должен производиться по нарядам и

распоряжениям, завизированным ответственным руководителем по общему наряду.

Разрешение на ежедневный допуск от руководителя смены технологического подразделения в этом случае не требуется. Допуск к работам производит дежурный персонал электротехнического подразделения. Предоставление нарядов и распоряжений на визирование ответственному руководителю по общему наряду должен делать руководитель работ по наряду на ремонт электродвигателя.

6.2.4.16 Опробование цепей управления, устройств защиты и технологических блокировок, действующих на выключатель электродвигателя, разрешается производить на ремонтируемом блоке (при действующем общем наряде) при условии установки тележки КРУ в испытательное положение и наличия заземления в ячейке КРУ.

6.2.4.17 Опробование должно производиться по заявке персонала ЭТЛ или подразделения АСУТП и с разрешения руководителя смены технологического подразделения после подтверждения руководителем смены электротехнического подразделения выполнения вышеуказанных условий опробования.

6.2.4.18 Опробование технологических защит и блокировок должно проводиться с минимальным числом операций с коммутационной аппаратурой (для уменьшения износа, сохранения регулировок выключателя и блок-контактов).

6.2.4.19 Сборка схемы для опробования электродвигателя производится дежурным персоналом электротехнического подразделения по заявке руководителя работ с разрешения руководителя смены технологического структурного подразделения.

6.2.4.20 Включение опробуемого электродвигателя осуществляется дежурным персоналом технологического подразделения по указанию руководителя смены технологического подразделения и по команде руководителя работ, проводящего опробование.

На время опробования запрещающий плакат «Не включать! Работают люди» снимается с ключа управления выключателем и по окончании опробования вновь устанавливается.

6.2.5 Техническое и ремонтное обслуживание электродвигателей

6.2.5.1 Для обеспечения постоянной готовности электродвигателей к работе и нахождения их в исправном техническом состоянии в течение длительной межремонтной кампании на каждой ТЭС должно быть организовано техническое обслуживание, плановый ремонт и модернизации установленного парка электродвигателей.

6.2.5.2 Техническое обслуживание и ремонт должны предусматривать выполнение комплекса работ, направленных на обеспечение исправного состояния электродвигателей, надежной, безопасной и экономичной их эксплуатации, проводимых с определенной периодичностью и последовательностью при оптимальных трудовых и материальных затратах.

6.2.5.3 Техническое обслуживание (периодическое или по техническому состоянию), не требующее вывода электродвигателей в плановые ремонты, предусматривает:

- обходы по графику и технический осмотр работающих электродвигателей;
- контроль технического состояния электродвигателей с применением внешних средств контроля или диагностирования, включая контроль переносной аппаратурой;
- пополнение и замену смазки трущихся деталей, чистку масляных и водяных фильтров,

подтяжку сальников, проверку механизмов управления и др.;

- устранение утечек воды, масла и других отдельных дефектов, выявленных в процессе контроля состояния, проверки на работоспособность;
- регулировку и продувку щеточного аппарата синхронных электродвигателей;
- осмотр и проверку электродвигателей (включая опробование АВР) при нахождении их в резерве или на консервации с целью выявления и устранения отклонений от нормального состояния;
- проверку состояния коробок выводов;
- проверку состояния защитных заземлений;
- проверку технического состояния аппаратуры шкафов возбуждения и регулируемого электропривода согласно указаниям эксплуатационной документации поставщика;
- контроль исправности измерительных систем и средств измерений, включая их калибровку и другие работы по поддержанию исправного состояния электродвигателей.

6.2.5.4 На каждой электростанции:

- устанавливается состав работ по техническому обслуживанию двигателей и периодичность (график) их выполнения для каждой группы механизмов с учетом требований заводов-изготовителей и условий эксплуатации;
- назначаются ответственные исполнители работ по техническому обслуживанию или заключается договор с подрядным предприятием на выполнение этих работ;
- вводится система контроля за своевременным проведением и выполненным объемом работ при техническом обслуживании;
- оформляются журналы технического обслуживания (эксплуатационные журналы), в которые должны вноситься сведения о выполненных работах, сроках выполнения и исполнителях.

6.2.5.5 Периодичность и объем технического обслуживания электродвигателей и запасных частей к ним, находящихся на хранении на электростанции, устанавливается электростанциями в соответствии с инструкциями по хранению и консервации двигателей и запасных частей к ним.

6.2.5.6 Вид ремонта электродвигателей определяется видом ремонта основного оборудования, но может отличаться от него и определяться электростанцией, исходя из местных условий.

6.2.5.7 Капитальный ремонт электродвигателей, как правило, производится одновременно с ремонтом механизма. Совмещение сроков ремонтов электродвигателей с механизмами целесообразно по условиям снижения трудозатрат на работы, связанные с центровкой, подготовкой рабочего места агрегата и т.д.

Если по своему техническому состоянию электродвигатель не может обеспечить надежную работу до очередного капитального ремонта технологического узла, то неисправность должна быть устранена в период текущего ремонта.

При планировании сроков капитальных и текущих ремонтов необходимо учитывать техническое состояние электродвигателей, устанавливаемое в процессе эксплуатации (нагрев активных частей, вибрация, состояние подшипников и т.п.) графики и объемы дополнительно согласовываются с руководством последней

6.2.5.8 Графики и объемы ремонтов утверждаются техническим руководителем электростанции и являются обязательными для ремонтного персонала. При проведении ремонтов электродвигателей подрядной организацией графики и объемы дополнительно согласовываются с руководством последней.

6.2.5.9 Объем плановых ремонтов вращающегося электрооборудования СН ТЭС должен также определяться необходимостью поддержания исправного и работоспособного состояния электродвигателей с учетом их фактического технического состояния. Рекомендуемый перечень и объем работ при плановых ремонтах электродвигателей, периодичность и продолжительность всех видов ремонта устанавливается НТД на ремонт конкретных серий и типов электродвигателей.

6.2.5.10 В период плановых ремонтов электродвигателей должны выполняться реконструкции и модернизации электродвигателей и их отдельных узлов согласно указаниями заводов-изготовителей и рекомендациям НТД по повышению надежности работы электродвигателей.

6.2.5.11 Более полные сведения по организации ремонтных работ на электродвигателях ТЭС содержатся в СТО 70238424.27.100.017-2009.

6.2.5.12 До вывода в ремонт электродвигателей должны быть закончены все подготовительные работы:

- разработаны перспективные и годовые планы подготовки к ремонту;
- подготовлена ведомость планируемых работ по ремонту электродвигателей, предусмотренных годовым планом;
- составлена и утверждена техническая документация на работы по модернизации или реконструкции;
- подготовлены необходимые материалы, инструмент и приспособления;
- приведены в соответствие с правилами Госгортехнадзора грузоподъемные механизмы и такелажные приспособления;
- заготовлены необходимые запасные части;
- выполнены противопожарные мероприятия и мероприятия по технике безопасности.

6.2.5.13 Началом ремонта электродвигателей, входящих в состав энергоблоков или не блочных паротурбинных агрегатов считается время отключения генератора от сети.

Началом ремонта электродвигателя, ремонтируемого отдельно от основного или общестанционного оборудования, считается время его вывода в ремонт, установленное руководителем смены электростанции.

6.2.5.14 Перед остановом электродвигателя в ремонт во время его работы под нагрузкой проводятся эксплуатационные испытания или измерения параметров электродвигателей и оценка текущего состояния двигателя и его обеспечивающих систем, которые заносятся в ведомость основных параметров технического состояния электродвигателя, а также производится уборка оборудования и площадок обслуживания.

6.2.5.15 После останова вращающегося электрооборудования СН в ремонт персонал электротехнического структурного подразделения и руководящие работники ТЭС должны:

- произвести все отключения, обеспечивающие безопасные условия производства работ;
- выдать общий наряд-допуск на ремонт электродвигателей;
- установить режим работы подразделений обеспечения (мастерские, компрессорные, склады, лаборатории и т.п.), а также транспортных и грузоподъемных средств.

6.2.5.16 В процессе ремонта специально назначенные ответственные представители электротехнического подразделения ТЭС:

- участвуют в проведении входного контроля применяемых при ремонте материалов и запасных частей;
- участвуют в дефектовании оборудования;
- по результатам дефектования определяют необходимость проведения запланированных и дополнительных объемов ремонтных работ;
- по завершении ремонта составляют ведомость выполненных работ по ремонту;
- принимают предъявленные к сдаче отремонтированные электродвигатели и контролируют их опробование;
- совместно с руководителями работ организаций, участвующих в ремонте, проводят оперативный контроль качества выполняемых ремонтных работ, контролируют соответствие отремонтированных частей и деталей электродвигателей требованиям НТД и конструкторской документации, проверяют соблюдение технологической дисциплины (выполнение требований технологической документации, оценивают качество применяемых оснастки, приспособлений и инструмента), обеспечивают в предусмотренные сроки окончание дефектования узлов и деталей, определяют объем дополнительных ремонтных работ по устранению обнаруженных дефектов;
- рассматривают объем дополнительных ремонтных работ (в том числе и по модернизации и реконструкции), возможность и сроки их выполнения, обеспеченность ресурсами, принимают решение о необходимости продления срока ремонта.

6.2.5.17 Приемку вспомогательного оборудования (электродвигателей), входящих в состав установок (котельной, турбинной, генераторной), из капитального, среднего или текущего ремонта производит комиссия, возглавляемая начальником электротехнического подразделения ТЭС, а установок - приемочная комиссия, возглавляемая техническим руководителем электростанции.

6.2.5.18 По результатам контроля установки, испытаний и опробования вращающегося оборудования, проверки и анализа предъявленной документации приемочная комиссия устанавливает возможность пуска установки.

6.2.5.19 Пуск установки производится по распоряжению технического руководителя электростанции и выполняется эксплуатационным персоналом после сдачи исполнителями ремонта наряда-допуска на ремонт.

Разрешение на пуск оформляется в оперативном журнале руководителя смены электростанции НСС.

6.2.5.20 Окончанием ремонта для энергоблоков, турбоагрегатов считается время включения генератора в сеть.

6.2.5.21 Установки и оборудование (включая электродвигатели), прошедшие капитальный

и средний ремонт, подлежат приемосдаточным испытаниям в под нагрузкой в течение 48 ч.

6.2.5.22 При приемке оборудования из ремонта должна производиться оценка качества ремонта, которая включает оценку: качества отремонтированного оборудования, качества выполнения ремонтных работ, уровня пожарной безопасности. Оценки качества устанавливаются: предварительно - по окончании приемосдаточных испытаний, окончательно - по результатам месячной подконтрольной эксплуатации, в течение которой должна быть закончена проверка работы оборудования на всех режимах, проведены испытания и наладка всех систем.

При оценке качества ремонта следует руководствоваться методическими указаниями, изложенными в СТО 70238424.27.100.011-2008.

6.2.5.23 Профилактические испытания и измерения на электродвигателях, осуществляемые при плановых ремонтах, пусковых операциях и под нагрузкой должны быть организованы в соответствии Приложением А.

Нормы пооперационных испытаний изоляции электродвигателей переменного тока при ремонтах с полной или частичной сменой обмоток ротора и статора приведены в Приложении А.

6.2.5.24 Во всем неговоренном в настоящем стандарте следует руководствоваться СТО 70238424.27.100.017-2009.

6.3 Особенности эксплуатации электродвигателей в аварийных ситуациях и при автоматическом отключении защитами

6.3.1 Электродвигатель должен быть немедленно (аварийно) отключен от сети при следующих обстоятельствах:

- несчастных случаях с людьми;
- появлении дыма или огня из корпуса (выводного устройства) электродвигателя, его пусковых и возбуждающих устройств, шкафов регулируемого электропривода;
- пожаре на маслопроводах и невозможности его ликвидации;
- поломке приводимого механизма;
- отказе технологических защит по прекращению подачи конденсата в ротор и сердечник статора электродвигателей АВ(2АВ) -8000/6000 и недопустимом снижении давления в системе смазки подшипников.

После аварийного отключения работающего электродвигателя должны быть приняты меры по включению резервного агрегата и поставлены в известность руководители смен технологического подразделения и электростанции.

6.3.2 Электродвигатель должен быть остановлен после пуска электродвигателя резервного агрегата (если он имеется) или после предупреждения руководителя смены технологического подразделения электростанции в следующих случаях:

- появлении ненормального шума в электродвигателе;
- появлении запаха горелой изоляции;
- резком увеличении вибрации электродвигателя или приводимого им механизма;
- недопустимом возрастании температуры подшипников;
- перегрузке электродвигателя выше допустимых пределов;

- работе электродвигателя на двух фазах;
- возникновении угрозы повреждения электродвигателя (заливание водой, запаривание и др.).

6.3.3 Во время работы электродвигателя возможно его автоматическое отключение от сети технологической или электрической защитой.

При автоматическом отключении работающего электродвигателя дежурный персонал технологического подразделения должен немедленно проверить успешное включение резервного агрегата от действия АВР. При отказе АВР или его отсутствии необходимо включить электродвигатель резервного агрегата от руки, поставив в известность руководителя смены подразделения, в котором установлен электродвигатель, и руководителя смены электростанции.

После включения электродвигателя резервного агрегата дежурный персонал электротехнического подразделения должен на отключившемся электродвигателе:

- проверить отсутствие признаков, ведущих к аварийному отключению и указанных в 6.3.1 и 6.3.2;
- выяснить по указательным реле и соответствующей сигнализации причину отключения;
- произвести внешний осмотр отключившегося электродвигателя с целью отыскания явных признаков короткого замыкания;
- проверить мегаомметром состояние изоляции обмотки статора и питающего кабеля.

Дежурный персонал технологического подразделения должен:

- проверить работу включившегося электродвигателя;
- вести наблюдение за включившимся электродвигателем в течение 1 ч;
- занести результаты наблюдения в оперативный журнал.

6.3.4 Повторное включение электродвигателей в случае отключения их основными защитами разрешается после обследования и проведения контрольных измерений сопротивления изоляции.

При обнаружении признаков повреждения электродвигателя или кабеля должна быть разобрана его электрическая схема и сообщено руководителю смены технологического подразделения электростанции, а также руководителю смены электростанции для принятия мер по замене поврежденного электродвигателя или проведению аварийного ремонта.

6.3.5 Аварийное отключение электродвигателя, имеющего защиту от перегрузки, без признаков короткого замыкания возможно вследствие заедания, заклинивания и прочих неисправностей механизма. В этом случае включение электродвигателя в работу можно производить только после устранения персоналом технологического подразделения причины перегрузки и неисправности механизма.

6.3.6 При отключении электродвигателя ответственного механизма от действия защиты и отсутствии резервного электродвигателя допускается повторное включение электродвигателя после внешнего осмотра и получения разрешения от руководителей смен технологического подразделения и электростанции с оформлением всех указаний и операций в оперативном журнале.

Перечень ответственных механизмов, на которые распространяется требование настоящего пункта, должен быть утвержден техническим руководителем электростанции и указан в местной инструкции по эксплуатации электродвигателей

6.3.7 Повторное включение электродвигателей в случаях действия резервных защит до выяснения причины отключения не допускается.

6.3.8 При аварийном отключении электродвигателя в результате короткого замыкания в обмотке или на его выводах возможно его загорание. Тушение возгорания электродвигателя следует проводить углекислотным огнетушителем или водой после отключения его от сети и снятия возбуждения (последнее для синхронных двигателей). Запрещается тушение горящего электродвигателя пенным огнетушителем и песком.

6.3.9 Требования к надежности функционирования СН ТЭС и обеспечению успешного самозапуска электроприводов ответственных механизмов при кратковременных перерывах питания в нормальных и ремонтных режимах работы оборудования приведены в СТО 70238424.27.100.004-2008.

6.4 Общие указания по составлению местной инструкции по эксплуатации электродвигателей

6.4.1 На основании настоящего стандарта организации на каждой электростанции должна быть составлена местная инструкция по эксплуатации электродвигателей привода механизмов СН ТЭС.

При этом должны быть в полной мере учтены требования и рекомендации заводов-изготовителей, отраслевых НТД с учетом опыта эксплуатации и результатов испытаний, а также конкретных условий, в которых эксплуатируются электродвигатели.

6.4.2 В местную инструкцию должны быть включены те разделы и пункты настоящего стандарта организации, которые касаются всех основных вопросов эксплуатации электродвигателей, установленных на данной электростанции, применительно к местным условиям.

6.4.3 В местной инструкции по эксплуатации электродвигателей должны быть указаны:

- допустимые условия и режимы эксплуатации электродвигателей;
- краткая характеристика основных наиболее мощных электродвигателей разного класса напряжения, их обеспечивающих систем (охлаждение, возбуждение, смазка, устройства теплового и технологического контроля и защиты);
- распределение обязанностей по обслуживанию электродвигателей между структурными подразделениями электростанции;
- порядок подготовки к пуску, порядок пуска, останова и технического обслуживания во время нормальной эксплуатации и в аварийных режимах;
- порядок допуска к осмотру, ремонту и испытаниям электродвигателей;
- требования по промышленной безопасности и пожаробезопасности, специфические для конкретной группы электродвигателей.

6.4.4 В должностную инструкцию каждого лица, на которое возложено выполнение требований местной инструкции по эксплуатации электродвигателей, должны быть включены соответствующие разделы и пункты, подлежащие выполнению этими лицами (дежурным

электромонтером, машинистом турбины, дежурным обходчиком, мастерами и пр.).

6.4.5 В соответствующих пунктах местной инструкции все указания по режимам, периодичности осмотров и контролю за работой электродвигателей должны быть даны конкретно для каждого типа эксплуатируемых электродвигателей. Кроме того, должна быть установлена периодичность измерения вибрации подшипников ответственных механизмов.

6.4.6 В случае изменения состояния или условий эксплуатации электродвигателей в местную инструкцию должны вноситься соответствующие дополнения с доведением их до сведения работников, для которых обязательно знание этой инструкции, с записью в журнале распоряжений.

6.4.7 Инструкция должна пересматриваться не реже одного раза в три года.

6.4.8 Местная инструкция по эксплуатации электродвигателей должна быть подписана начальником электротехнического подразделения и утверждена техническим руководителем электростанции.

6.4.9 В местной инструкции по эксплуатации электродвигателей перечень аварийных ситуаций должен уточняться в соответствии с местными условиями.

6.4.10 В местной инструкции должен быть приведен утвержденный техническим руководителем электростанции перечень ответственных механизмов, повторное включение которых после отключения их защитами разрешается после внешнего осмотра, а также список ответственных механизмов, участвующих в самозапуске после кратковременного отключения рабочего источника питания СН (см. отдельный стандарт по организации эксплуатации и технического обслуживания системы СН ТЭС).

6.4.11 В местной инструкции по эксплуатации электродвигателей должен быть приведен перечень защит, блокировок и сигнализации.

Приложение А (обязательное)

Объем и нормы испытаний электродвигателей и сопряженного с ними электрооборудования.

А.1 Общие положения

А.1.1 Настоящим приложением следует руководствоваться при вводе электрооборудования в работу и в процессе его эксплуатации. Наряду с Нормами следует руководствоваться действующими руководящими документами, а также инструкциями заводов-изготовителей электрооборудования, если они не противоречат требованиям Норм.

А.1.2 Объем и нормы испытаний электродвигателей и сопряженного с ними электрооборудования (далее - Нормы) предусматривают как традиционные испытания, положительно зарекомендовавшие себя в течение многих лет, так и испытания, широко применяемые в последние годы и подтвердившие свою эффективность (например, хроматографический анализ газов, растворенных в масле, инфракрасная диагностика, оценка старения бумажной изоляции и др.), как правило, не требующие вывода оборудования из работы и позволяющие определять степень развития и опасность возможных дефектов на ранних стадиях.

А.1.3 В Нормах приняты следующие условные обозначения категорий контроля:

Категория «К» включает контроль при капитальном ремонте как данного вида электрооборудования, так и оборудования данного присоединения.

Испытания при средних ремонтах турбогенераторов с выводом ротора производятся в объеме и по нормам для капитального ремонта (К), а без вывода ротора - в объеме и по нормам для текущего ремонта (Т).

Периодичность межремонтного контроля электрооборудования, если она не указана в соответствующих разделах Норм, устанавливается техническим руководителем энергопредприятия с учетом условий и опыта эксплуатации, технического состояния и срока службы электрооборудования.

А.1.4 В Норме приведен перечень испытаний и предельно допустимые значения контролируемых параметров. Техническое состояние электрооборудования определяется не только путем сравнения результатов конкретных испытаний с нормируемыми значениями, но и по совокупности результатов всех проведенных испытаний, осмотров и данных эксплуатации. Значения, полученные при испытаниях, во всех случаях должны быть сопоставлены с результатами измерений на других фазах электрооборудования и на однотипном оборудовании. Однако главным является сопоставление измеренных при испытаниях значений параметров электрооборудования с их исходными значениями, и оценка имеющих место различий по указанным в Норме допустимым изменениям. Выход значений параметров за установленные границы (предельные значения) следует рассматривать как признак наличия дефектов, которые могут привести к отказу оборудования.

А.1.5 В качестве исходных значений контролируемых параметров при вводе в эксплуатацию нового электрооборудования принимают значения, указанные в паспорте или протоколе заводских испытаний. При эксплуатационных испытаниях, включая испытания при выводе в капитальный ремонт, в качестве исходных принимаются значения параметров, определенные испытаниями при вводе в эксплуатацию нового электрооборудования. Качество проводимого на энергопредприятии ремонта оценивается сравнением результатов испытаний после ремонта с данными при вводе в эксплуатацию нового электрооборудования, принимаемыми в качестве исходных. После капитального или восстановительного ремонта, а также реконструкции, проведенных на специализированном ремонтном предприятии, в качестве исходных для контроля в процессе дальнейшей эксплуатации принимаются значения, полученные по окончании ремонта (реконструкции).

А.1.6 Контроль электрооборудования производства иностранных фирм при наличии экспертного заключения энергокомпании о соответствии функциональных показателей этого оборудования условиям эксплуатации и действующим отраслевым требованиям производится в соответствии с указаниями фирмы-поставщика.

А.1.7 Кроме испытаний, предусмотренных Нормами, все электрооборудование должно пройти осмотр, проверку работы механической части и другие испытания согласно инструкциям по его эксплуатации и ремонту.

А.1.8 Техническим руководителям энергопредприятий рекомендуется обеспечивать внедрение предусмотренного Нормами контроля состояния электрооборудования под рабочим напряжением, позволяющего выявлять дефекты на ранних стадиях их развития, привлекая при необходимости организации, аккредитованные на право проведения соответствующих испытаний. По мере накопления опыта проведения контроля под рабочим напряжением

решением технического руководителя энергопредприятия возможен переход к установлению очередных сроков ремонта электрооборудования по результатам диагностики его состояния и отказ от некоторых видов испытаний, выполняемых на отключенном электрооборудовании.

А.1.9 Тепловизионный контроль состояния электрооборудования рекомендуется производить для распределительных устройств в целом. Для закрытых распределительных устройств контроль производится, если это позволяет их конструкция.

А.1.10 Оценка состояния резервного электрооборудования, а также его частей и деталей, находящихся в резерве, производится в объеме, указанном в Нормах. Периодичность контроля устанавливается техническим руководителем энергопредприятия в зависимости от условий хранения.

А.1.11 Испытание повышенным напряжением промышленной частоты обязательно для электрооборудования на напряжение до 35 кВ включительно.

При отсутствии необходимой испытательной аппаратуры переменного тока допускается испытывать электрооборудование распределительных устройств напряжением до 20 кВ повышенным выпрямленным напряжением, которое должно быть равно полуторакратному значению испытательного напряжения промышленной частоты.

А.1.12 Электрооборудование и изоляторы на номинальное напряжение, превышающее номинальное напряжение электроустановки, в которой они эксплуатируются, могут испытываться приложенным напряжением, установленным для класса изоляции данной электроустановки.

Если испытание выпрямленным напряжением или напряжением промышленной частоты производится без отсоединения ошиновки электрооборудования распределительного устройства, то значение испытательного напряжения принимается по нормам для электрооборудования с самым низким уровнем испытательного напряжения.

Испытание повышенным напряжением изоляторов и трансформаторов тока, соединенных с силовыми кабелями 6 или 10 кВ, может производиться вместе с кабелями. Оценка состояния производится по нормам, принятым для силовых кабелей.

А.1.13 После полной замены масла в маслонаполненном электрооборудовании (кроме масляных выключателей всех напряжений) его изоляция должна быть подвергнута повторным испытаниям в соответствии с настоящими Нормами.

А.1.14 В случаях выхода значений определяемых при испытаниях параметров за установленные пределы для выявления причин этого, а также при необходимости более полной оценки состояния электрооборудования в целом и (или) его отдельных узлов, рекомендуется использовать дополнительные испытания и измерения, указанные в Нормах. Допускается также применение испытаний и измерений, не предусмотренных настоящими Нормами, при условии, что уровень испытательных воздействий не превысит указанного в Нормах.

А.1.15 Устройства релейной защиты и электроавтоматики проверяются в объеме и по нормам, приведенным в соответствующих нормативно-технических документах.

А.1.16 Местные инструкции должны быть приведены в соответствие с данными Нормами.

А.1.17 Объем и сроки испытания электрооборудования могут изменяться техническим

руководителем энергокомпании, электростанции в зависимости от производственной важности и надежности оборудования.

Объем испытаний электрооборудования распределительных сетей напряжением до 20 кВ устанавливается техническим руководителем компании, эксплуатирующей электросети.

А.2 Общие методические указания по испытаниям электрооборудования

А.2.1 Испытания электрооборудования должны производиться с соблюдением требований правил техники безопасности.

Измерение изоляционных характеристик электрооборудования под рабочим напряжением разрешается осуществлять при условии использования устройств, обеспечивающих безопасность работ и защиту нормально заземляемого низкопотенциального вывода контролируемого объекта от появления на нем опасного напряжения при нарушении связи с землей.

А.2.2 Электрические испытания изоляции электрооборудования и отбор пробы трансформаторного масла для испытаний необходимо проводить при температуре изоляции не ниже 5 °С, кроме оговоренных в Нормах случаев, когда измерения следует проводить при более высокой температуре. В отдельных случаях (например, при приемо-сдаточных испытаниях) по решению технического руководителя энергопредприятия измерения тангенса угла диэлектрических потерь, сопротивления изоляции и другие измерения на электрооборудовании на напряжение до 35 кВ включительно могут проводиться при более низкой температуре.

Измерения электрических характеристик изоляции, произведенные при отрицательных температурах, должны быть повторены в возможно более короткие сроки при температуре изоляции не ниже 5 °С.

А.2.3 Сравнение характеристик изоляции должно производиться при одной и той же температуре изоляции или близких ее значениях (расхождение - не более 5 °С). Если это невозможно, должен применяться температурный перерасчет в соответствии с инструкциями по эксплуатации конкретных видов электрооборудования.

При измерении сопротивления изоляции отсчет показаний мегаомметра производится через 60 с после начала измерений. Если в соответствии с Нормами требуется определение коэффициента абсорбции (R60"/R15"), отсчет производится дважды: через 15 и 60 с после начала измерений.

А.2.4 Испытанию повышенным напряжением должны предшествовать тщательный осмотр и оценка состояния изоляции другими методами.

Перед проведением испытаний изоляции электрооборудования (за исключением вращающихся машин, находящихся в эксплуатации) наружная поверхность изоляции должна быть очищена от пыли и грязи, кроме тех случаев, когда испытания проводятся методом, не требующим отключения электрооборудования.

А.2.5 Испытание изоляции обмоток вращающихся машин, трансформаторов и реакторов повышенным приложенным напряжением частоты 50 Гц должно производиться поочередно для каждой электрически независимой цепи или параллельной ветви (в последнем случае при наличии полной изоляции между ветвями). При этом вывод испытательного устройства, который будет находиться под напряжением, соединяется с выводом испытуемой обмотки, а другой - с заземленным корпусом испытуемого электрооборудования, с которым на все время испытаний

данной обмотки электрически соединяются все другие обмотки.

Обмотки, соединенные между собой наглухо и не имеющие выведенных обоих концов каждой фазы или ветви, должны испытываться относительно корпуса без их разъединения.

А.2.6 При испытаниях электрооборудования повышенным напряжением частоты 50 Гц, а также при измерении тока и потерь холостого хода силовых и измерительных трансформаторов рекомендуется использовать линейное напряжение питающей сети.

А.2.7 Испытательное напряжение должно подниматься плавно со скоростью, допускающей визуальный контроль по измерительным приборам, и по достижении установленного значения поддерживаться неизменным в течение всего времени испытания. После требуемой выдержки напряжение плавно снижается до значения не более одной трети испытательного и отключается.

Под продолжительностью испытания подразумевается время приложения полного испытательного напряжения, установленного Нормами.

А.3 Синхронные генераторы, компенсаторы и коллекторные возбудители

А.3.1 Определение условий включения в работу генераторов без сушки

После текущего, среднего или капитального ремонтов генераторы, как правило, включаются в работу без сушки.

Генераторы, вновь вводимые в эксплуатацию или прошедшие ремонт со сменой обмоток, включаются без сушки, если сопротивление изоляции ($R_{60''}$) и коэффициент абсорбции ($R_{60''}/R_{15''}$) обмоток статоров имеют значения, не ниже указанных в таблице А.1.

После перепайки соединений у генераторов с гильзовой изоляцией подсушка является обязательной.

У вновь вводимых или прошедших ремонт со сменой обмоток генераторов с газовым (в том числе воздушным) охлаждением обмоток статоров, кроме того, должна приниматься во внимание зависимость токов утечки от приложенного напряжения по п. А.3.3. Если инструкцией завода-изготовителя вновь вводимого генератора или инструкцией поставщика обмоток статора предусматриваются дополнительные критерии отсутствия увлажнения изоляции, то они также должны быть использованы.

Для генератора с бумажно-масляной изоляцией необходимость сушки после монтажа и ремонтов устанавливается по инструкции завода-изготовителя.

Обмотки роторов генераторов, охлаждаемые газом (воздухом или водородом) не подвергаются сушке, если сопротивление изоляции обмотки имеет значение не ниже, указанного в таблице А.1. Включение в работу генераторов, обмотки роторов которых охлаждаются водой, производится в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

А.3.2 Измерение сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции измеряется мегаомметром, напряжение которого выбирается в соответствии с таблицей А.1.

Сопротивление изоляции обмоток статора с водяным охлаждением измеряется без воды в обмотке, после продувки ее водяного тракта сжатым воздухом при соединенных с экраном

мегаомметра водосборных коллекторах, изолированных от внешней системы охлаждения. Случаи, когда измерения производятся с водой в обмотке, специально оговорены в таблице.

Допустимые значения сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции при температуре от 10 до 30 °С приведены в таблице А.1.

Для температур выше 30 °С допустимое значение сопротивления изоляции снижается в два раза на каждые 20 °С разности между температурой, при которой выполняется измерение, и 30 °С.

Таблица А.1.

Допустимые значения сопротивления изоляции и коэффициента абсорбции

Испытуемый элемент	Вид измерения	Напряжение мегаомметра, В	Допустимое значение сопротивления изоляции, Мом	Примечания
1. Обмотка статора	П П	2500/1000/500 ^{**} 2500	Не менее десяти мегаом на киловольт номинального линейного напряжения. По инструкции завода-изготовителя	Для каждой фазы или ветви в отдельности относительно корпуса и других заземленных фаз или ветвей. Значение $R_{60''}/R_{15''}$ не ниже 1,3. При протекании дистиллята через обмотку $R_{60''}$ и $R_{60''}/R_{15''}$ не нормируются, но должны учитываться при решении вопроса о необходимости сушки. Как правило, не должно быть существенных расхождений в сопротивлении изоляции и коэффициентах абсорбции разных фаз или ветвей, если подобных расхождений не наблюдалось в предыдущих измерениях при близких температурах
	К, Т [*]	2500/1000/500 ^{**}		
2. Обмотка ротора	П, К, Т [*] , М	1000 (допускается 500)	Не менее 0,5 (при водяном охлаждении с осушенной обмоткой)	Допускается ввод в эксплуатацию генераторов мощностью не выше 300 МВт с неявнополюсными роторами, при косвенном или непосредственном воздушном и водородном охлаждении обмотки, имеющей сопротивление изоляции не ниже 2 кОм при температуре 75 °С или 20 кОм при температуре 20 °С. При большей мощности ввод генератора в эксплуатацию с сопротивлением изоляции обмотки ротора ниже 0,5 МОм (при температуре от 10 до 30 °С) допускается только по согласованию с заводом-изготовителем. При протекании дистиллята через охлаждающие каналы обмотки
	П, К	1000	По инструкции завода-изготовителя	

3. Цепи возбуждения генератора и коллекторного возбудителя со всей присоединенной аппаратурой (без обмоток ротора и возбудителя)	П, К, Т*), М	1000 (допускается 500)	Не менее 1,0	
4. Обмотки коллекторных возбудителя и подвозбудителя	П, К, Т*)	1000	Не менее 0,5	
5. Бандажи якоря и коллектора коллекторных возбудителя и подвозбудителя	П, К	1000	Не менее 1,0	При заземленной обмотке якоря
6. Изолированные стяжные болты стали статора (доступные для измерения)	П, К	1000	Не менее 1,0	
7. Подшипники и уплотнения вала.	П, К	1000	Не менее 0,3 для гидрогенераторов и 1,0 для турбогенераторов и компенсаторов	Для гидрогенераторов измерение производится, если позволяет конструкция генератора и в заводской инструкции не указаны более жесткие нормы
8. Диффузоры, щиты вентиляторов и другие узлы статора генераторов	П, К	500 - 1000	В соответствии с заводскими требованиями	
9 Термодатчики с соединительными проводами, включая соединительные провода, уложенные внутри генератора	П, К			
- с косвенным охлаждением обмоток статора - с непосредственным охлаждением обмоток статора		250 или 500 500	Не менее 1,0 Не менее 0,5	Напряжение мегаомметра - по заводской инструкции

10. Концевой вывод обмотки статора турбогенераторов серии ТГВ	П, К	2500	1000	Измерение производится до соединения вывода с обмоткой статора
Примечания: *) Сопротивление изоляции обмоток статора, ротора и систем возбуждения с непосредственным водяным охлаждением измеряется при текущих ремонтах только в тех случаях, когда не требуется проведение специально для этой цели демонтажных работ. Допускается проводить измерения вместе с ошиновкой. **) Сопротивление изоляции измеряется при номинальном напряжении обмотки до 0,5 кВ включительно мегаомметром на напряжение 500 В, при номинальном напряжении обмотки свыше 0,5 кВ до 1 кВ - мегаомметром на напряжение 1000 В, а при номинальном напряжении обмотки выше 1 кВ - мегаомметром на напряжение 2500 В.				

А.3.3 П, К, М. Испытание изоляции обмотки статора повышенным выпрямленным напряжением с измерением тока утечки

Для испытания обмоток статоров впервые вводимых в эксплуатацию генераторов зависимость испытательного выпрямленного напряжения, кВ, от номинального напряжения генераторов, кВ, приведена ниже:

До 6,6 включительно	$1,28 \cdot 2,5U_{ном}$
Свыше 6,6 до 20 включительно	$1,28 (2U_{ном} + 3)$
Свыше 20 до 24 включительно	$1,28 (2U_{ном} + 1)$

В эксплуатации изоляция обмотки статора испытывается выпрямленным напряжением у генераторов, начиная с мощности 5000 кВт.

Для генераторов, находящихся в эксплуатации, испытательное выпрямленное напряжение принимается равным 1,6 испытательного напряжения промышленной частоты, но не выше напряжения, которым испытывался генератор при вводе в эксплуатацию. Для межремонтных испытаний испытательное выпрямленное напряжение выбирается по указанию главного инженера энергопредприятия. Рекомендуется, чтобы снижение испытательного напряжения, если оно предусмотрено, было не более чем на $0,5U_{ном}$ по сравнению со значением, принятым при последнем капитальном ремонте. При оценке результатов токи утечки не нормируются, но по характеру зависимости их от испытательного напряжения, асимметрии токов по фазам или ветвям и характеру изменения токов утечки в течение одноминутной выдержки судят о степени увлажнения изоляции и наличии дефектов.

Токи утечки для построения кривых зависимости их от напряжения должны измеряться не менее, чем при пяти равных ступенях напряжения. На каждой ступени напряжение выдерживается в течение 1 мин, при этом отсчет токов утечки производится через 15 и 60 с. Ступени должны быть близкими к $0,5U_{ном}$. Резкое возрастание тока утечки, непропорциональное росту приложенного напряжения, особенно на последних ступенях напряжения (перегиб в кривой зависимости токов утечки от напряжения) является признаком

местного дефекта изоляции, если оно происходит при испытании одной фазы обмотки, или признаком увлажнения, если оно происходит при испытании каждой фазы.

Характеристикой зависимости тока утечки от напряжения является коэффициент нелинейности

$$K_U = \frac{I_{нб} U_{нм}}{I_{нм} U_{нб}},$$

где $U_{нб}$ - наибольшее, т.е. полное испытательное напряжение (напряжение последней ступени);

$U_{нм}$ - наименьшее напряжение (напряжение первой ступени);

$I_{нб}$, $I_{нм}$ - токи утечки (I_{60}) при напряжениях $U_{нб}$ и $U_{нм}$.

Если на первой ступени напряжения ток утечки имеет значение менее 10 мкА, то за $U_{нм}$ и $I_{нм}$ допускается принимать напряжение и ток первой из последующих ступеней, на которой ток утечки составляет не менее 10 мкА. Для вновь вводимых генераторов коэффициент нелинейности должен быть не более трех.

Коэффициент нелинейности не учитывается тогда, когда токи утечки на всех ступенях напряжения не превосходят 50 мкА. Рост тока утечки во время одноступенчатой выдержки изоляции под напряжением на одной из ступеней является признаком дефекта (включая увлажнение изоляции) и в том случае, когда токи не превышают 50 мкА. Во избежание местных перегревов изоляции токами утечки выдержка напряжения на очередной ступени допускается лишь в том случае, если токи утечки не превышают значений, указанных ниже:

Кратность испытательного напряжения по отношению к $U_{ном}$

0,5 11,0 1,5 и выше

Ток утечки, мкА

250 500 1000

Примечание - У генераторов с водяным охлаждением изоляция обмотки статора испытывается повышенным выпрямленным напряжением, если это позволяет конструкция.

Испытание изоляции полным испытательным напряжением в течение 60 с с определением тока утечки последней ступени считается одновременно и испытанием электрической прочности изоляции выпрямленным напряжением.

А.3.4 Испытание повышенным напряжением промышленной частоты

Продолжительность приложения испытательного напряжения составляет 1 мин. Изоляцию обмотки статора машин, впервые вводимых в эксплуатацию, рекомендуется испытывать до ввода ротора в статор. При капитальных ремонтах и межремонтных испытаниях генераторов изоляция обмотки статора испытывается после останова генератора и снятия торцевых щитов до очистки изоляции от загрязнения. Изоляция генераторов ТГВ-300 до заводского № 02330 включительно (если не заменялась обмотка) испытывается после очистки ее от загрязнения.

В процессе испытания необходимо вести наблюдение за состоянием лобовых частей обмоток у турбогенераторов и синхронных компенсаторов при снятых торцевых щитах, у гидрогенераторов - при открытых люках.

Изоляция обмотки ротора турбогенераторов, впервые вводимых в эксплуатацию, испытывается при номинальной частоте вращения ротора.

У генераторов с водяным охлаждением изоляция обмотки статора испытывается при циркуляции в системе охлаждения дистиллята с удельным сопротивлением не менее 100 кОм·см и номинальном расходе, если в инструкции завода-изготовителя генератора не указано иначе.

При первом включении генератора и послеремонтных (с частичной или полной сменой обмотки) испытаниях генераторов с номинальным напряжением 10 кВ и выше после испытания изоляции обмотки повышенным напряжением промышленной частоты в течение 1 мин испытательное напряжение снижается до номинального значения и выдерживается в течение 5 мин для наблюдения за характером коронирования лобовых частей обмотки статора. При этом не должны наблюдаться сосредоточенное в отдельных точках свечение желтого и красноватого цвета, дым, тление бандажей и тому подобные явления. Голубое и белое свечение допускаются.

Перед включением генератора в работу по окончании монтажа или ремонта (у турбогенераторов - после ввода ротора в статор и установки торцевых щитов) необходимо провести контрольное испытание номинальным напряжением промышленной частоты или выпрямленным напряжением, равным $1,5U_{ном}$. Продолжительность испытания 1 мин.

Практическая работа № 9

Техническое обслуживание сигнализаторов

Цель работы: изучение мероприятий по техническому обслуживанию сигнализаторов.

Задание:

1. Внимательно изучите предложенные руководства по использованию приборов сигнализаторов различных типов.
2. Составьте на каждый прибор алгоритм проведения технического обслуживания.

Ответьте на вопросы:

- a. Для чего предназначены сигнализаторы?
- b. Область применения сигнализаторов?
- c. Принцип работы термокаталитического сигнализатора?
- d. Для чего предназначены сигнализаторы жидкости?
- e. Проверка и запуск сигнализатора
- f. Перечислите параметры и характеристики работы сигнализатора
- g. Что включает в себя устройство сигнализатора?

h. Где будет эксплуатироваться сигнализатор? Какие должны быть выполнены условия?

I. Порядок установки сигнализатора?

q. Техническое обслуживание сигнализатора

ОПИСАНИЕ И РАБОТА СИГНАЛИЗАТОРА

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ

Сигнализаторы предназначены для выдачи сигнализации о превышении установленных значений до взрывоопасных концентраций метана в воздухе и выдачи управляющего воздействия на исполнительное устройство.

Область применения сигнализаторов – помещения котельных различной мощности, а также во взрывобезопасных зонах других производственных, административных и жилых помещений.

1.2 ОПИСАНИЕ

Сигнализаторы являются стационарными автоматическими одноканальными приборами непрерывного действия.

Принцип работы сигнализатора термокаталитический, основанный на измерении теплового эффекта от сгорания анализируемого компонента на поверхности катализатора.

Способ забора пробы – диффузионный.

Конструктивно сигнализатор состоит из блока датчика и блока питания, соединенных кабелем. Дополнительно к сигнализатору могут подключаться клапан электромагнитный и устройство сигнальное дублирующее (УСД).

Сигнализаторы жидкости ультразвуковые РИЗУР-900 предназначены для контроля уровня различных жидкостей и сыпучих сред в открытых или закрытых, в том числе, находящихся под давлением емкостях в технологических установках промышленных объектов химической, нефтехимической, медицинской, пищевой и других отраслях промышленности. Также могут использоваться в качестве индикатора наличия (отсутствия) жидкости в контролируемом объеме на заранее заданной высоте емкости. Контролируемые жидкости: нефть и ее легкие фракции, вода, другие жидкости, сыпучие продукты, не формирующие отложения на материале чувствительного элемента и не разрушающие его. В соответствии с исполнением возможно использование сигнализаторов в качестве приборов контроля наличия твердого осадка в емкостях, а также уровня раздела сред с различными плотностями (например, нефть и вода).

Сигнализаторы могут использоваться в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими объектами, в других устройствах автоматики, воспринимающих сигналы постоянного тока. Могут применяться в системах очистки и фильтрации, в резервуарах для охлаждающих и смазывающих жидкостей, в системах защиты насосов, а также в пищевой промышленности в контакте с пищевыми продуктами. Сигнализаторы могут осуществлять выдачу различных типов сигналов, например «сухой контакт» и «токовая петля» по 2-х и 4-х проводных схемам.

Сигнализаторы выпускаются в исполнениях, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение исполнения сигнализатора	Количество порогов срабатывания	Напряжение сигнала, выдаваемое сигнализатором на внешние исполнительные устройства	При отключении электроэнергии клапан, подключаемый к сигнализатору	Рекомендуемый тип клапана
СИКЗ-I	один			без клапана
СИКЗ-II	два			
СИКЗ-ВЦ-I	один	постоянное (9±1) В (в дежурном режиме) не более 0,5 В (в аварийном режиме)	закрывается	клапан КЭФ
СИКЗ-ВЦ-II	два			
СИКЗ-И-I, СИКЗ*-И-I	один	импульсное в пределах 25-45 В (в аварийном режиме) не более 0,5 В (в дежурном режиме)	закрывается	клапан КЭМГ
СИКЗ-И-О-I	остается открытым	закрывается		
СИКЗ*-И-О-I	не регламентируется			
СИКЗ-И-II	два			
СИКЗ-И-О-II	остается открытым			
СИКЗ-П-I	один	постоянное (12±1,2) В (в дежурном режиме) не более 0,5 В (в аварийном режиме)	закрывается	клапан КЗМЭМ

Примечание - порог срабатывания для сигнализаторов с одним порогом в соответствии с техническими требованиями может быть установлен равным 10 % НКПР или 20 % НКПР.

Блок датчика сигнализатора обеспечивает следующие виды сигнализации:

1) Сигнализаторы с одним порогом: непрерывная световая (красного цвета); непрерывная (или с периодическим изменением высоты тона) звуковая; изменение выходного сигнала в соответствии с таблицей 1.

2) Сигнализаторы с двумя порогом:

по уровню "порог I" прерывистая световая (светодиод красного цвета); прерывистая звуковая.

по уровню "порог II" непрерывная световая (светодиод красного цвета); непрерывная звуковая; изменение выходного сигнала в соответствии с таблицей 1.

Степень защиты сигнализаторов по ГОСТ 14254	IP 30
Класс защиты от поражений электрическим током по ГОСТ Р МЭК 536-94	II

Суммарная масса драгоценных материалов в Сигнализаторе, примененных в его составных частях, в том числе в покупных изделиях, г: платины – $0,506 \times 10^{-3}$; палладия – $0,174 \times 10^{-3}$; золота – $0,875 \times 10^{-3}$; серебра – $5,517 \times 10^{-3}$.

1.3 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.3.1	Порог срабатывания сигнализатора, % НКПР
для сигнализатора с одним порогом	10 (20)
для сигнализатора с двумя порогами:	
порог I	10
порог II	20

Примечания: значение, указанное в скобках, может устанавливаться по требованию заказчика; значение НКПР для метана по ГОСТ Р.

1.3.2	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, % НКПР	± 5
1.3.3	Время срабатывания сигнализатора, с, не более	15
1.3.4	Время прогрева, мин, не более	3
1.3.5	Уровень звукового давления сигнализации на оси звукоизлучателя на расстоянии 1 м от лицевой поверхности блока датчика или УСД при общем уровне шумов не более 50 дБ, не менее, дБ	70
1.3.6	Интервал времени работы сигнализаторов без регулировки порога срабатывания, мес, не менее	12
1.3.7	Напряжение питания переменным током частотой (50 ± 1) Гц, В	220 ± 22
1.3.8	Потребляемая мощность, В·А, не более	5,5
1.3.9	Габаритные размеры составных частей сигнализатора (ВхДхШ), мм, не более:	
блок датчика	40x100x60	
блок питания	94x120x60	
1.3.10	Масса сигнализатора, кг, не более	0,6
1.3.11	Средняя наработка на отказ, ч	20000
1.3.12	Средний срок службы, лет	10

1.4 КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки должен соответствовать указанному в таблице 2.

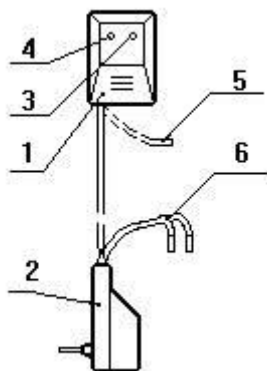
Таблица 2

Обозначение	Наименование	Количество	Примечание
	Сигнализатор загазованности СИКЗ	1	
КДБВ.407729.002 РЭ	Руководство по эксплуатации	1	
МП 6	Методика поверки	1	
КЭФ, КЭМГ, КЗМЭМ	Клапан электромагнитный		по заказу*
КДБВ.425138.002	Устройство сигнальное дублирующее УСД		по заказу
СКЯТ.441568.185	Насадка		по заказу
	Тара	комплект	

* Примечание - допускается по согласованию с изготовителем сигнализаторов применение клапанов другой конструкции, имеющих сертификат соответствия и разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

1.5 УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАТОРА

1.5.1 Общий вид Сигнализатора приведен на рисунке 1. Сигнализатор включает в себя блок датчика 1 и блок питания 2. На передней стенке блока датчика расположены два светодиода: светодиод зеленого цвета 3 сигнализирует о включении в сеть и от-сутствия обрыва в цепи датчика газа, светодиод красного цвета 4 - о срабатывании сиг-нализатора. Сигнализатор имеет провод 5 для подключения УСД (при заказе УСД) и провод 6 для подключения клапана, внешней коммутируемой цепи (ВЦ) или иных ис-полнительных устройств.



1.

1 – блок датчика; 2 – блок питания; 3 – светодиод зеленого цвета; 4 – светодиод красного цвета; 5 – провод для подключения УСД; 6 – провод для подключения клапана, ВЦ и др.

Рисунок 1 - Сигнализатор загазованности СИКЗ

1. 6 Маркировка

На блоке датчика должна быть нанесена маркировка, содержащая:

на лицевой стороне: надпись «Опасно Газ»; знак утверждения типа по ПР 50.2.009; надпись «Блок датчика»; порог(и) и абсолютную погрешность срабатывания Сигнализатора в соответствии с 1.3.1, 1.3.2;

на задней стороне: товарный знак предприятия-изготовителя; надпись «НАСТРОЙКА»; знак соответствия по ГОСТ Р ; маркировку степени защиты от внешних воздействий – «IP30»; дату выпуска;

на верхней стороне: надпись "СИГНАЛИЗАТОР ЗАГАЗОВАННОСТИ"; обозначение исполнения Сигнализатора;

на нижней стороне: заводской номер.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В помещении, где будет эксплуатироваться Сигнализатор, должны быть выполнены следующие условия:

диапазон температуры окружающей среды, °С	1 ÷ 45
диапазон относительной <u>влажности</u> воздуха, %	30 ÷ 80
диапазон атмосферного давления, кПа	84 ÷ 107
вибрация в диапазоне частот от 5 до 25 Гц с амплитудой смещения не более, мм	0,10

содержание коррозионноактивных агентов не должно превышать установленного для атмосферы типа 1 ГОСТ ; должны отсутствовать агрессивные, ароматические вещества (кислоты, лаки, растворители, светлые нефтепродукты), при работе в помещении с вышеуказанными ароматическими веществами необходимо отключить сигнализатор от сети;

рабочее положение блока датчика - вертикальное.

2.2 ПОРЯДОК УСТАНОВКИ СИГНАЛИЗАТОРА У ПОТРЕБИТЕЛЯ

2.2.1 Проверить комплектность Сигнализатора на соответствие п.1.4 настоящего РЭ и внешний вид Сигнализатора на отсутствие механических повреждений.

2.2.2 Оборудовать индивидуальную розетку ~220 В для подключения блока питания.

2.2.3 Закрепить блок датчика в месте наиболее вероятного скопления газа, на стене, в вертикальном положении, на расстоянии не менее 1 метра от края газового прибора и на расстоянии 10-20 см от потолка. Крепление производить с помощью вмонтирован-ных в стену дюбелей, расстояние между центрами которых - 32 мм. Изменять длину провода блока датчика не допускается.

2.2.4 Подсоединить провод 6 (см. рисунок 1) к клапану, ВЦ или иному исполнительному устройству в соответствии с таблицей 3.

2.2.6 Установить УСД (при наличии) в дежурном помещении в любом удобном для наблюдения месте. Закрепить на стене соединительную розетку. Подключить вилки кабеля УСД и кабеля от сигнализатора к соединительной розетке.

Допускается разрезание, укорочение или наращивание кабеля УСД с последующим соединением пайкой с соблюдением цветовой маркировки и изоляцией оголенных проводников, при этом общая длина кабелей от сигнализатора к УСД должна быть не более 100 м.

Таблица 3

Обозначение исполнения сигнализатора	Рекомендуемая схема подключения исполнительных устройств
СИКЗ-ВЦ-I, СИКЗ-ВЦ-II	<p>1)</p>  <p>2)</p>

	<p>3)</p>
СИКЗ-И-I, СИКЗ*-И-I, СИКЗ-И-O-I, СИКЗ*-И-O-I, СИКЗ-И-II, СИКЗ-И-O-II	Подсоединить зажимы кабеля Сигнализатора к штырям клапана КЭМГ КДБВ.425713.005, соблюдая полярность
СИКЗ-П-I, СИКЗ-П-II	Подсоединить вилку кабеля Сигнализатора к розетке клапана КЗМЭМ-3С-ХХ-Х-12 ТУ

2.3 ПРОВЕРКА И ЗАПУСК СИГНАЛИЗАТОРА В РАБОТУ

2.3.1 Визуально проверить и убедиться в отсутствии повреждений блока датчика, блока питания, УСД (при наличии) и соединительных проводов, и в том, что газовые краны на опуске и на газовом приборе находятся в закрытом положении, что блок питания Сигнализатора отключен от сетевой розетки.

2.3.2 Подключить блок питания Сигнализатора к сетевой розетке, при этом на Сигнализаторе и УСД (при наличии) должна появиться световая сигнализация включения в сеть в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Обозначение исполнения сигнализатора	Сигнализация включения в сеть	Аварийная сигнализация	Сигнализация при выходе датчика из строя
СИКЗ-I, СИКЗ-ВЦ-I, СИКЗ-И-I,	зеленый светодиод на блоке датчика мигает,	красный светодиод на блоке датчика горит	зеленый светодиод на блоке датчика

СИКЗ-И-О-I, СИКЗ-П-I	красный светодиод на блоке питания горит непрерывно	непрерывно, появляется непрерывный звуковой сигнал, изменяется выходной сигнал в соответствии с таблицей 1	горит непрерывно
СИКЗ-П, СИКЗ-ВЦ-П, СИКЗ-И-П, СИКЗ-И-О-П, СИКЗ-П-П	на I пороге: красный светодиод на блоке датчика мигает, появляется прерывистый звуковой сигнал на II пороге: красный светодиод на блоке датчика горит непрерывно, звуковой сигнал становится также непрерывным, изменяется выходной сигнал в соответствии с таблицей 1		
СИКЗ*-И-I, СИКЗ*-И-О-I	зеленый светодиод на блоке датчика и красный светодиод на блоке питания горят непрерывно	красный светодиод на блоке датчика горит непрерывно, появляется звуковой сигнал с периодическим изменением высоты тона	зеленый светодиод на блоке датчика гаснет и срабатывает аварийная сигнализация

2.3.3 Убедиться, что клапан, подключенный к Сигнализатору, открыт и произвести розжиг горелки газового прибора.

2.3.4 Подать на блок датчика Сигнализатора ПГС (см. документ МП 6 "Сигнализаторы загазованности СИКЗ. Методика поверки", разработанный и утвержденный ГЦИ СИ "ВНИИМ им. " 10 мая 2006г.): на сигнализаторы с порогом 10% НКПР – ПГС №2, на сигнализаторы с порогом 20% НКПР – ПГС №3, на двухпороговые сигнализаторы – ПГС №2, №3 (последовательно).

При подаче ПГС должна включиться аварийная сигнализация на Сигнализаторе и УСД (при наличии) в соответствии с таблицей 4. Должен закрыться клапан (при наличии) – горение горелки должно прекратиться, а также включиться вентилятор или иное устройство, подсоединенное к Сигнализатору.

2.3.5 С появлением аварийной сигнализации подачу ПГС прекратить. Подать на блок датчика воздух, при этом сигнализация должна отключиться.

2.3.6 Закрыть газовый кран на горелке, открыть клапан (открываемый вручную). Сигнализатор готов к работе.

2.4 РАБОТА С СИГНАЛИЗАТОРОМ

2.4.1 Когда концентрация газа в контролируемом помещении достигает порогового значения (п.1.3.1), срабатывает аварийная сигнализация на блоке датчика и на УСД (при его наличии) в соответствии с таблицей 4. В этом случае необходимо закрыть краны на газопроводе, проветрить помещение, установить причину срабатывания сигнализации и устранить ее. После этого открыть клапан (при необходимости).

Следует иметь в виду, что при отключении электроэнергии Сигнализаторы отключаются, а клапан, подсоединенный к Сигнализаторам СИКЗ-И-I, СИКЗ-И*-I, СИКЗ-И-II, закрывается. В этом случае после включения электроэнергии для пользования газом необходимо открыть клапан.

2.4.2 Сигнализация, возникающая при выходе датчика Сигнализатора из строя, описана в таблице 4.

2.4.3 Во время ремонта помещений с применением горючих красок, растворителей и тому подобных веществ необходимо Сигнализатор отключить от питающей сети и закрыть Сигнализатор и клапан салфеткой или пленкой.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СИГНАЛИЗАТОРА

3.1 Техническое обслуживание (ТО) Сигнализаторов проводят 1 раз в год специализированными подразделениями газового хозяйства или сервисной службой изготовителя.

ТО включает в себя плановые регламентные работы и внеплановые ремонтные работы по заявкам владельцев Сигнализаторов.

3.2.1 Внешним осмотром должно быть установлено отсутствие механических повреждений корпусов, электрических цепей, надежность контакта в сетевой розетке, наличие маркировки Сигнализатора, клейма ОТК и поверителя.

3.2.2 Определение абсолютной погрешности проводится по методике, изложенной в документе МП 6 "Сигнализаторы загазованности СИКЗ. Методика поверки". В случае необходимости проводится регулировка порога срабатывания сигнализатора.

3.2.3 Регулировка порога срабатывания Сигнализатора, определение абсолютной погрешности производится в условиях специализированного предприятия по обслуживанию сигнализаторов.

3.2.4 Отрегулированные и поверенные Сигнализаторы взаимозаменяемы. Демонтированный для поверки Сигнализатор может быть заменен на время поверки другим.

3.2.5 Действия по истечении срока службы

По истечении срока службы Сигнализатор должен быть проверен на соответствие электрических и метрологических параметров. При невозможности обеспечения указанных параметров Сигнализатор должен быть снят с эксплуатации. В противном случае изготовитель не гарантирует безопасной эксплуатации.

4 СВЕДЕНИЯ ОБ ИЗДЕЛИЯХ

4.1 Разрешение Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № РРС от 01.01.2001 г.

4.2 Сертификат соответствия № РОСС RU. ME48.B02015 от 01.01.2001 г., выдан органом по сертификации приборостроительной продукции ФГУП "ВНИИМ им. ".

4.3 Сертификат об утверждении типа средств измерений RU. С.31.001.А №_____, действителен до _____ г. Зарегистрирован в Государственном реестре под №_____.

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

5.1 Сигнализаторы в упаковке предприятия-изготовителя следует транспортировать на любое расстояние автомобильным и железнодорожным транспортом (в крытых транспортных средствах), авиационным транспортом (в герметизированных отсеках самолетов), водным транспортом (в трюмах судов). Транспортирование должно осуществляться в соответствии с правилами перевозок, действующими на каждом виде транспорта.

Условия транспортирования должны соответствовать условиям хранения 5 (ОЖ4) ГОСТ.

5.2 В помещениях для хранения Сигнализаторов содержание коррозионноактивных агентов не должно превышать установленных для атмосферы типа I ГОСТ. Условия хранения должны соответствовать условиям хранения 2 (С) ГОСТ.

Практическая работа № 10

Техническое обслуживание программируемых устройств

Цель работы: изучение мероприятий по техническому обслуживанию программируемых контроллеров.

Задание:

1. Внимательно изучите ГОСТ IEC 61131-2-2012 Контроллеры программируемые и предложенные руководства по эксплуатации.
2. Составьте перечень требований к программируемым контроллерам.
3. Составьте на каждый тип прибора алгоритм проведения технического обслуживания.

1 Основные положения

1.1 Область применения и цель

Настоящий стандарт устанавливает требования и соответствующие испытания для программируемых контроллеров (ПК) и связанных с ними периферийных устройств [например, инструментальные средства программирования и отладки (СПиО), человекомашинные интерфейсы (ЧМИ) и т.д.], которые предназначены для контроля и управления машинами и производственными процессами.

ПК и связанные с ними периферийные устройства предназначены для применения в условиях производственной среды и могут предоставляться как открытое или закрытое оборудование. Если ПК или связанные с ними периферийные устройства предназначены для применения в других условиях (зоны с небольшими производственными предприятиями, торговые и жилые зоны), то к данным ПК и связанным с ними периферийным устройствам следует дополнительно применять специальные требования, стандарты и методы установки.

Настоящий стандарт также распространяется на любую продукцию, выполняющую функцию ПК и/или связанных с ними периферийных устройств.

Настоящий стандарт устанавливает требования к оборудованию, применяемому в категории перенапряжения II (IEC 60664-1) в низковольтных установках, в которых номинальное напряжение источника питания оборудования не превышает 1000 В среднеквадратического значения напряжения (50/60 Гц) или 1500 В постоянного тока (если ПК или связанные с ними периферийные устройства применяются в установках категории перенапряжения III, требуется

проведение дополнительного анализа для определения пригодности оборудования для использования в данных областях).

Настоящий стандарт не распространяется на функциональную безопасность или другие аспекты комплексной автоматизированной системы. ПК, их прикладные программы и связанные с ними периферийные устройства рассматриваются как компоненты системы управления.

Поскольку ПК представляют собой компонент системы, настоящий стандарт не устанавливает требований к безопасности комплексной автоматизированной системы, включая установку и применение. Дополнительную информацию можно найти в IEC 60364-1 или в соответствующих национальных/ региональных регламентах на электроустановку и в рекомендациях.

Тем не менее в настоящем стандарте устанавливаются требования по безопасности, связанные с защитой от поражения электрическим током, пожароопасностью, устойчивостью к электрическим помехам и методами обнаружения ошибок в работе системы ПК (такими, как проверка на четность, диагностика с самотестированием и т.д.).

Цели настоящего стандарта:

- привести определения основным характеристикам, относящимся к выбору и применению ПК и связанных с ними периферийных устройств;
- установить минимальные требования к функциональным, электрическим, механическим, климатическим характеристикам и характеристикам конструкции, условиям эксплуатации, требованиям безопасности и электромагнитной совместимости (ЭМС), а также требования к безопасности пользователем и испытаниям, которые применимы к ПК и связанным с ними периферийным устройствам.

Настоящий стандарт также устанавливает:

- a) требования по эксплуатации, хранению и транспортированию ПК и связанных с ними периферийных устройств (раздел 4);
- b) функциональные требования для ПК и связанных с ними периферийных устройств (раздел 5);
- c) требования к ЭМС для ПК и связанных с ними периферийных устройств (раздел 8);
- d) требования безопасности для ПК и связанных с ними периферийных устройств (раздел 11);
- e) информацию, которую должен предоставить изготовитель (разделы 7, 10 и 14);
- f) методы испытаний и процедуры, которые должны использоваться для проверки характеристик ПК и связанных с ними периферийных устройств на соответствие требованиям (разделы 6, 9 и 12);
- g) стандартные испытания по безопасности для ПК и их периферийных устройств (раздел 13).

К испытаниям относятся испытания типа или производственные стандартные испытания и не относятся испытания, связанные с методами применения систем ПК.

1.2 Соответствие настоящему стандарту

Если указано соответствие всем требованиям настоящего стандарта, то должна быть проведена проверка соответствия всем пунктам, включая проведение всех испытаний и проверок согласно настоящему стандарту. Кроме того, обязательства изготовителя, установленные в настоящем стандарте, остаются в силе и в том случае, если проведение испытания типа не требуется или если объем испытаний ограничен из практических соображений.

Если указано соответствие требованиям некоторых разделов настоящего стандарта, то должна быть проведена проверка соответствия всем пунктам, по которым заявлено соответствие. Установленные обязательства изготовителя остаются в силе. Минимальные требования,

подлежащие проверке на соответствие настоящему стандарту, установлены в разделах 5, 8 или 11.

Соответствие настоящему стандарту обеспечивает упрощение прохождения оценки соответствия в части конкретных требований (например, разделы 8-10 - требования на соответствие Директиве ЕС на электромагнитную совместимость или разделы 11-14 - требования на соответствие Директиве ЕС на низковольтное оборудование).

Требования к конструкции и информации, которая должна быть предоставлена изготовителем, подлежат подтверждению путем соответствующих испытаний, визуального контроля и/или измерений.

Требования, не проверяемые при испытаниях и проверке, подлежат подтверждению в соответствии с процедурой, согласованной между изготовителем и пользователем.

Изготовитель должен предоставить по запросу информацию о проверке соответствия всем требованиям или разделам настоящего стандарта, которые заявлены на соответствие.

Изготовитель несет ответственность за обеспечение идентичности поставляемого оборудования ПК и связанных с ним периферийных устройств образцу(ам), который(ые) был(и) подвергнут(ы) испытанию типа в соответствии с настоящим стандартом, и, следовательно, за обеспечение соответствия всем требованиям настоящего стандарта.

Существенные изменения должны быть идентифицированы с помощью соответствующих индексов и маркировки, обозначающих модифицированный вариант (см. 5.11 и 11.15), и должны соответствовать настоящему стандарту.

В тех случаях, когда изготовителю можно выбирать среди нескольких вариантов, он должен четко указать в своих каталогах и/или требованиях те варианты, которым соответствует какая-либо часть оборудования системы ПК. Это распространяется на классы жесткости падения напряжения (т.е. PS1 или PS2) и типы цифровых входов (т.е. тип 1 или тип 3).

1.3 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанные издания ссылочного документа.

IEC 60060-1:2010 Методы испытаний высоким напряжением. Часть 1. Общие определения и требования к испытаниям

IEC 60068-2-1:2007 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-1. Испытания. Испытание А. Холод

IEC 60068-2-2:2007 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-2. Испытания. Испытание В. Сухое тепло

IEC 60068-2-6:2007 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-6. Испытания. Испытание Fc. Вибрация (синусоидальная)

IEC 60068-2-14:2009 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-14. Испытания. Испытание N. Изменение температуры

IEC 60068-2-27:2008 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-27. Испытания. Испытание Ea и руководство. Удар

IEC 60068-2-30:2005 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-30. Испытания. Испытание Db: Влажное тепло, циклическое (цикл 12 ч + 12 ч)

IEC 60068-2-31:2008 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2-31. Испытания. Испытание Ee. Падение и опрокидывание, предназначенное в основном для типовых образцов

IEC 60364-1:2005 Электроустановки зданий низковольтные. Часть 1. Основные принципы, оценка общих характеристик, определения

IEC 60364-4-41:2005 Электроустановки зданий низковольтные. Часть 4-41. Защита в целях безопасности. Защита от поражения электрическим током

IEC 60417 (все части) Графические символы для использования на оборудовании

IEC 60529:2001 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (IP Code)

IEC 60664-1:2007 Координация изоляции для оборудования низковольтных систем. Часть 1. Принципы, требования и испытания

IEC 60664-3:2003 Координация изоляции для оборудования низковольтных систем. Часть 3. Использование покрытий, заливки компаундом и формовки для защиты от загрязнений

IEC 60695-2-11:2000 Испытание на пожароопасность. Часть 2-11. Методы испытаний раскаленной/ горячей проволокой. Испытания конечной продукции на воспламеняемость раскаленной проволокой

IEC 60695-11-10:2003 Испытание на пожароопасность. Часть 11-10. Испытательное пламя. Контрольные методы с использованием горизонтального и вертикального источников воспламенения на 50 Вт

IEC 60947-5-1:2009 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-1. Устройства в цепях вторичной коммутации и коммутирующие элементы. Электромеханические устройства в цепях вторичной коммутации

IEC 60947-5-2:2007 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 5-2. Устройства и коммутационные элементы цепей управления. Бесконтактные переключатели

IEC 60947-7-1:2009 Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 7-1. Оборудование вспомогательное. Клеммные колодки для медных проводников

IEC 60950-1:2011 Оборудование информационных технологий. Безопасность. Часть 1. Общие требования

IEC 61000-4-2:2008 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-2. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к электростатическому разряду

IEC 61000-4-3:2008 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-3. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к излучаемому радиочастотному электромагнитному полю

IEC 61000-4-4:2004 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-4. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к наносекундным импульсным помехам

IEC 61000-4-5:2005 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-5. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии

IEC 61000-4-6:2008 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-6. Методы испытаний и измерений. Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными полями

IEC 61000-4-8:2009 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-8. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к магнитному полю промышленной частоты

IEC 61000-4-11:2004 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-11. Методы испытаний и измерений. Испытание на устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения

IEC 61000-4-18:2006 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-18. Методы испытаний и измерений. Испытание на помехоустойчивость к затухающим колебательным волнам

IEC 61000-4-29:2000 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 4-29. Методы испытаний и измерений. Испытания на помехоустойчивость к падению напряжения, коротким замыканиям и изменению питающего постоянного напряжения

IEC 61000-6-1:2005 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-1. Общие стандарты. Помехоустойчивость для жилых и торговых зон и зон с небольшими производственными предприятиями

IEC 61000-6-2:2005 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-2. Общие стандарты. Помехоустойчивость в отношении промышленной окружающей среды

IEC 61000-6-4:2006 Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-4. Общие стандарты. Стандарт на помехоэмиссию для промышленной окружающей среды

IEC 61010-1:2001 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования

IEC 61131-1:2003 Контроллеры программируемые. Часть 1. Общая информация

IEC 61131-3:2003 Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования

IEC/TR 61131-4:2004 Контроллеры программируемые. Часть 4. Руководство пользователя

CISPR 14-1:2009 Электромагнитная совместимость. Требования к бытовым электрическим приборам, электрическим инструментам и аналогичным приборам. Часть 1. Помехоэмиссия

CISPR 16-1-2:2006 Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 1-2. Оборудование для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Вспомогательное оборудование. Кондуктивные помехи

CISPR 16-1-4:2008 Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 1-4. Оборудование для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Вспомогательное оборудование. Излучаемые помехи

CISPR 16-2-1:2008 Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 2-1. Методы измерений помех и помехоустойчивости. Измерения кондуктивных помех

CISPR 16-2-3:2006 Технические условия на оборудование и методы измерений радиопомех и помехоустойчивости. Часть 2-3. Методы измерений помехи помехоустойчивости. Измерение излучаемых помех

2 Испытания типа

В настоящем разделе установлены требования к осуществлению проверки ПК и связанных с ними внешних устройств на соответствие настоящему стандарту. Установление соответствия включает в себя:

- испытания типа согласно разделам 6, 9 и 12;
- экспертизу, визуальный контроль и/или измерения.

Указанные испытания являются квалификационными и не связаны со способами применения ПК. Согласно области распространения настоящего стандарта проверка соответствия может не охватывать установление способности системы ПК удовлетворять заданным требованиям автоматизированной системы. В случае необходимости изготовитель и пользователь должны согласовать проведение специальных испытаний, не установленных настоящим стандартом.

Дополнительно в разделе 13 установлены стандартные испытания.

Примечание - Периферийные устройства, используемые в тех же условиях окружающей среды, что и система ПК, должны соответствовать тем же требованиям.

2.1 Испытываемое оборудование (ИПО)

Системы ПК охватывают диапазон от автономных изделий до модульных конструкций; это ведет к бесконечному разнообразию создаваемых пользователем фактических конфигураций системы ПК. По очевидным практическим соображениям в большинстве случаев испытания типа не могут проводиться на ИПО, идентичном системам ПК, созданным пользователем. Требуется заключение технического эксперта. Следовательно, изготовитель обязан определить ИПО и задокументировать соответствующие план и программу испытаний для выполнения следующих принципов.

Совокупность испытаний, ИПО и программы испытаний должны сочетаться между собой таким образом, чтобы имелись основания для утверждения, что любая конфигурация, созданная пользователем согласно спецификациям изготовителя и инструкциям по установке, может удовлетворительно пройти эти же испытания и будет должным образом функционировать в нормальном режиме, что должно обеспечить данные испытания.

Изготовитель может использовать различные единицы ИПО для достижения целей, предусмотренных данным испытанием типа, в том случае, если в настоящем стандарте не предусмотрены иные требования.

Если ИПО, представляющее основной ПК или станцию удаленного ввода/вывода (СУВД), имеет модульную структуру, оно должно выполнять следующее минимальное требование.

Все типы модулей должны быть представлены в одной или нескольких конфигурациях ИПО, в которых допускается любое сочетание модулей.

Все типы модулей должны быть включены в конфигурации ИПО и подвергнуты испытанию, как минимум, один раз.

Примечание - Возможность применения статистических критериев, основанных на методе выборки, целесообразно рассматривать при большом количестве входов/выходов (например, более 100).

Если количество семейств, которые должны быть включены в одну единицу ИПО, очень велико, изготовитель должен использовать несколько единиц ИПО следующим образом:

- для испытания типа семейства с очень сходными модулями (т.е. модулями, изготовленными по одной и той же схеме и отличающимися друг от друга главным образом числом входов и выходов) изготовитель может включить в основную систему ПК только один произвольно выбранный член семейства. Если испытание типа зависит от различий между модулями, то единичный член семейства использоваться не может;
- для создания требуемой(ых) единицы (единиц) ИПО необходимо использовать соответствующие устройства, указанные в каталоге, такие, как блоки питания, ЗУ для приложений, процессор(ы) и т.д.;
- если локальное расширение шины является частью системы ПК и если максимальная длина его кабеля равна или менее 3 м, то оно должно считаться внутренней шиной ПК. В таком случае его нельзя рассматривать как порт для испытания;
- если локальное расширение шины является частью системы ПК и позволяет проводить кабель длиной более 3 м, то только один конец линии связи является частью ИПО и считается портом передачи данных.

В случае подключения новых узлов/модулей уже после ввода в обращение каталогизированной системы ПК, которая уже успешно прошла испытания согласно настоящему стандарту, можно использовать более простое ИПО по сравнению с тем, которое использовалось при первоначальных испытаниях. Это допустимо только в том случае, если такое ИПО и соответствующие программы испытаний, предоставленные изготовителем, позволяют провести требуемую проверку соответствия таким образом, как если бы эти новые единицы/модули прошли предварительные испытания ИПО.

Если в настоящем стандарте не установлено никаких иных требований, изготовитель может проводить каждое испытание типа на новой единице ИПО или проводить последовательно несколько испытаний типа на одной и той же единице ИПО.

Одни испытания можно легко проводить с использованием одной единицы оборудования, другие испытания удобнее проводить с использованием комплекта единиц оборудования, сконфигурированных вместе. Оборудование, подлежащее испытаниям, должно удовлетворять этому условию. См. пункты на конкретные виды испытаний, содержащие рекомендации по ИПО.

2.2 Особенности испытаний на устойчивость и испытания на электромагнитную совместимость

На рисунке 1 обозначены не все линии связи, а только главные линии связи/примеры линий связи (интерфейсы/порты). Большая часть ИПО во время испытания должна иметь несколько интерфейсов/портов во включенном состоянии.

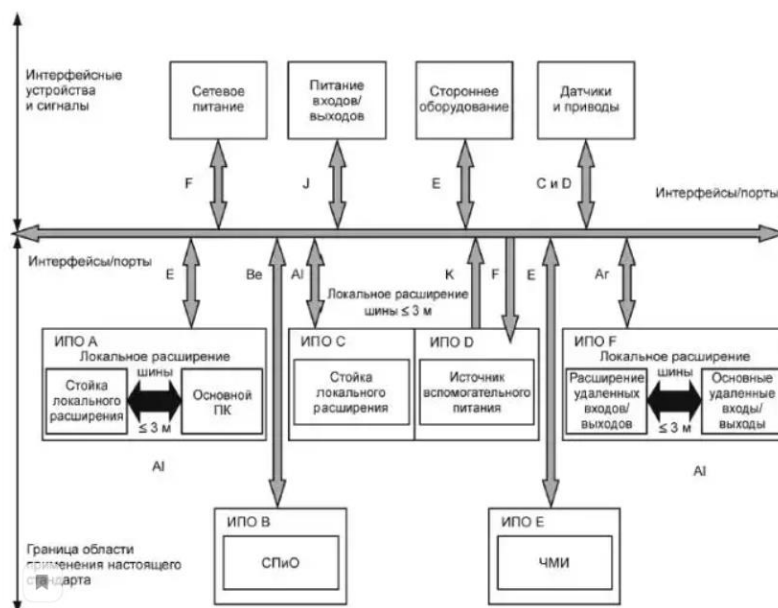


Рисунок 1 - Конфигурации испытываемого оборудования

Каждый модуль системы ПК, как приведено на рисунке 2, может включать ИПО, представленное на рисунке 1, такое, как А, В, С, D, Е и/или F. Для контроля разных портов каждой единицы ИПО изготовитель может использовать подсистемы, а разные единицы ИПО проходят испытание поочередно.

Только одна подсистема подвергается испытанию в любой момент времени. Другие подсистемы рассматриваются как вспомогательное оборудование.

Например, чтобы выполнить определенное испытание на ИПО А, оборудование других единиц ИПО может быть подключено, но не должно находиться на испытательном стенде.

Например, чтобы проверить устойчивость системы ПК к электрическим помехам, изготовитель может выбрать один из следующих вариантов, который является приемлемым:

- создание одной общей единицы ИПО, включая СПиО/ИО/СУВД, и проверка всей конфигурации;
- использование комплекта более простых единиц ИПО (например, система ПК без СПиО/ИО/СУВД, одиночные единицы СПиО, СУВД, СПиО и ИО или любое другое сочетание этого оборудования, которое является приемлемым), но прошедших надлежащий контроль соответствующих портов каждой единицы ИПО с оборудованием, являющимся частью испытательного стенда (лабораторное оборудование, необходимое для испытания ИПО), что позволяет заменить отсутствующие СПиО/ИО/СУВД. Исходя из практических соображений, изготовитель может использовать имеющиеся единицы СПиО/ИО/СУВД для контроля портов ИПО.

Как минимум, один от каждого типа или репрезентативное количество портов входов/выходов ИПО должны быть подключены и должны быть работоспособны.

Выбор репрезентативных функциональных режимов должен осуществляться с учетом того, что испытанию могут быть подвергнуты только наиболее распространенные функции ПК.

2.3 Условия испытания на устойчивость

Модуль, который включен в каталог изготовителя, должен быть подвергнут испытанию в отдельном порядке при условии, что объединение нескольких модулей не влияет на результат испытания. (См. конкретные пункты, в которых речь идет об испытаниях на устойчивость.)

2.4 Процедура проверки

Испытания типа должны быть выполнены на ИПО, приведенном в 2.1, если не оговорено иное.

Для каждого испытания изготовитель должен:

- определить способ установки этой конфигурации и ее внешних соединений;
- предоставить подходящие тестовые программы, которые будут использоваться в ходе испытаний;
- предложить процедуру проверки правильности функционирования, включая метод оценки точности и временных отклонений аналоговых входных/выходных сигналов.

Соответствующие программы испытаний и процедуры проверки правильности функционирования, предоставляемые изготовителем, должны удовлетворять требованиям 2.5.

2.5 Требования к программам испытаний и процедурам проверки правильности функционирования (ПППФ), предоставляемым изготовителем

В ходе типовых испытаний не должно быть:

- порчи аппаратуры, за исключением случаев, когда это предусмотрено испытанием;
 - изменения операционной системы и тестовых программ и/или порядка их выполнения;
- непреднамеренного изменения системы и сохраненных или обмениваемых прикладных данных;
- неустойчивого или непредусмотренного поведения ИПО;
- отклонения аналоговых входных/выходных сигналов за пределы, определенные в 7.10.2, перечисление 4), и 7.11.2, перечисление 3).

Все соответствующие функции и части ИПО (т.е. узлы и модули) должны функционировать таким образом, чтобы входные и выходные информационные каналы, связанные с этими функциями и частями оборудования, контролировались.

Все каналы входов/выходов и каналы связи ИПО должны контролироваться.

Примечание - В случае с большим количеством входов/выходов и т.д. (например, более 100) допускается применение статистических критериев, основанных на методе выборки.

Все внутренние и внешние средства вывода информации о состоянии объекта, такие, как дисплей, световые сигнализаторы, аварийная сигнализация и регистры результатов самодиагностики, должны контролироваться. Процедуры испытаний должны предусматривать возможность проверки указанных действий.

Все различные режимы работы систем ПК, важные для применения ПК-пользователем, такие, как запуск и остановка, холодный/теплый/горячий повторный запуск, нормальная работа и нормальная остановка, программирование/управление с помощью средств отладки и тестирования и другие применяемые режимы, должны быть проверены на качество выполнения и на поведение.

Должны быть протестированы условия инициализации и перезагрузки всех компонентов конфигурации ПК в режимах запуска и остановки. Различные режимы, такие, как выполнение, программирование, регистрация, должны быть проверены на качество выполнения и на поведение.

Любые особенности/характеристики, не отраженные в настоящем стандарте, но необходимые для правильного функционирования базовой системы ПК, должны контролироваться и должны быть подвергнуты испытанию.

2.6 Общие условия испытаний

Испытания должны проводиться согласно соответствующей процедуре.

Испытания должны проводиться в соответствии с общими условиями, установленными в таблице 1, если не установлено иных условий.

Последовательность испытаний типа не оговаривается, если нет иных указаний.

Таблица 1 - Общие условия испытаний

	Условия испытаний
Источник питания оборудования	Номинальное напряжение и частота
Температура	От 15°C до 35°C
Относительная влажность	≤ 75%
Барометрическое давление	От 86 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт.ст.)
Выходная нагрузка	Номинальная
Загрязнение	Степень 2

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИЕС 61131-1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 аналоговый вход (analogue input): Устройство, которое преобразовывает непрерывный сигнал в дискретное мультибитовое двоичное число для работы в системе программируемых контроллеров.

3.2 аналоговый выход (analogue output): Устройство, которое преобразовывает мультибитовое двоичное число из системы программируемых контроллеров в непрерывный сигнал.

3.3 доступная часть (accessible): Часть, которой можно коснуться шарнирным испытательным пальцем или испытательным штифтом, в случае если она установлена надлежащим образом. См. 12.1.2, 12.1.3 и приложение С.

3.4 базовая система программируемого контроллера [basic (PLC-system)]: Конфигурация, которая состоит, как минимум, из процессорного устройства, источника питания и устройства ввода/вывода. См. рисунок 2.

3.5 батарея (battery): Электрохимический источник энергии, который может быть перезаряжаемым или неперезаряжаемым.

3.6 зазор (clearance): Кратчайшее расстояние в воздухе между двумя проводящими частями. [IEC 60664-1, пункт 1.3.2]

3.7 защитное покрытие (coating, protective): Покрытие из соответствующего изоляционного материала, который закрывает зазор и/или путь утечки печатной платы и соответствует поверхности печатной платы таким образом, чтобы исключить воздействие внешней среды и чтобы зазор и/или путь утечки могли выдержать требуемое импульсное и непрерывное электрическое напряжение.

Примечание - Покрытие обычно применяется, чтобы исключить влияние атмосферы и усилить диэлектрические свойства зазора и/или поверхности изоляции, которые в нормальном состоянии без покрытия были бы неадекватны окружающим условиям. Менее эффективное покрытие позволяет исключить влияние атмосферы, но не может гарантировать надежность с точки зрения усиления диэлектрических свойств.

3.8 показатель стойкости к пробоям; ПСП [comparative tracking index (CTI)]: Числовое значение максимального напряжения, при котором материал выдерживает без пробоя падение 50 капель раствора ННГОСТ IEC 61131-2-2012 Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания CI (хлорида аммиака).

3.9 путь утечки (creepage distance): Минимальное расстояние вдоль поверхности монолитного изоляционного материала между двумя проводящими частями.

3.10 токоприемный (current sinking): Свойство приема тока.

3.11 токоподающий (current sourcing): Свойство поставки тока.

3.12 цифровой вход типа 1 (type 1 digital input): Устройство для измерительных сигналов, получаемых от механических контактов устройств переключения, например реле, кнопок, выключателей и т.п. Преобразует фактически сигнал с двумя состояниями в однобитовое двоичное число.

Примечание - Цифровые входы типа 1 могут быть непригодны в случае использования полупроводниковых приборов, таких, как датчики, бесконтактные переключатели и т.д.

3.13 цифровой вход типа 2 (type 2 digital input): Устройство для измерительных сигналов от полупроводниковых устройств переключения, например двухпроводных бесконтактных переключателей. Преобразует фактически сигнал с двумя состояниями в однобитовое двоичное число

Примечания

1 Приводимые здесь двухпроводные бесконтактные переключатели соответствуют IEC 60947-5-2.

2 Данный класс цифрового входа может использоваться вместо классов 1 и 3.

3.14 цифровой вход типа 3 (type 3 digital input): Устройство для измерительных сигналов, получаемых от полупроводниковых устройств переключения, например двухпроводных бесконтактных переключателей. Преобразует фактически сигнал с двумя состояниями в однобитовое двоичное число.

Примечания

1 Данный класс цифрового входа может также использоваться вместо класса 1.

2 Цифровые входы типа 3 имеют более низкие электрические характеристики по сравнению с цифровыми входами типа 2. Обычно они имеют, благодаря этому, значительно более высокую плотность входного канала на один модуль или на одну единицу продукции. Отличие типа 3 от типа 2 заключается в том, что первый совместим с устройствами согласно IEC 60947-5-2, которые в состоянии "выключено" работают на низком токе. См. таблицу 8, в которой установлены рабочие диапазоны. Что касается совместимости с бесконтактными переключателями, то большое количество бесконтактных переключателей, совместимых с типом 2, должны быть совместимы также с типом 3.

3.15 цифровой выход (digital output): Устройство, которое преобразует однобитовое двоичное число в сигнал с двумя состояниями.

3.16 земля (earth): Проводящая масса земли, электрический потенциал которой в любой точке традиционно принимается за нуль.

3.17 электромагнитная совместимость; ЭМС (electromagnetic compatibility; EMC): Способность оборудования или системы работать удовлетворительным образом в электромагнитных условиях без создания недопустимых электромагнитных помех для какого-либо объекта в данной среде.

3.18 закрытое оборудование (equipment, enclosed): Оборудование, закрытое со всех сторон, кроме поверхности его установки, обеспечивающее защиту персонала от случайного касания токопроводящих или движущихся частей, содержащихся в аппаратуре, и оборудования от попадания случайных твердых тел средних размеров и отвечающее требованиям механической прочности, возгораемости и устойчивости. Степень защиты должна составлять ГОСТ IEC 61131-2-2012 Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания IP20.

3.19 корпус (enclosure): Кожух оборудования, который обеспечивает способ и степень защиты, соответствующие назначению.

3.20 испытываемое оборудование; ИПО (equipment under test; EUT): Репрезентативная(ые) конфигурация(и), определенная(ые) изготовителем и используемая(ые) при проведении испытаний типа (раздел 2).

3.21 внешние проводные соединения (external wiring): Проводные соединения оборудования системы программируемого контроллера, устанавливаемого пользователем.

3.22 полевая проводка (field wiring): Внешние проводные соединения.

3.23 функциональный провод заземления (functional earthing conductor): Провод, который имеет электрический контакт, например, с землей в целях улучшения помехоустойчивости.

3.24 ручное оборудование (hand-held equipment): Оборудование, удерживаемое и управляемое руками.

3.25 опасное напряжение (hazardous live): Напряжение, способное привести к поражению электрическим током или электрическому ожогу при нормальном функционировании или при функционировании с одиночной неисправностью.

Примечание - См. в 11.2.1.1 значения, применяемые для нормального функционирования, и в 11.2.1.2 значения - для функционирования с одиночной неисправностью.

3.26 устойчивость (к помехам) [immunity (to a disturbance)]: Способность устройства, оборудования или системы работать без ухудшения характеристик при воздействии электромагнитных помех.

Примечание - Этот термин применяется не только исключительно к ЭМС согласно настоящему стандарту. Он может также распространяться на такие факторы, как, например, вибрация, влажность и т.д.

3.27 испытания типа на устойчивость (испытания на устойчивость) [immunity type test (immunity test)]: Испытание типа, подтверждающее, что функционирование основной конфигурации системы программирования не изменяется при приложении определенных влияющих величин, которые предназначены для имитации условий эксплуатации.

3.28 изоляция (insulation): Все материалы и компоненты, используемые для изоляции проводящих элементов устройства.

Примечания

1 Изоляционным материалом может быть твердое вещество, жидкость, газ (например, воздух) или их совокупность.

2 Изолировать (to insulate) - предотвращать возникновение проводимости между двумя проводящими частями.

3 Изолировать (to isolate) - полностью отсоединить устройство или цепь от других устройств или цепей. Обеспечить (посредством разделения) определенную степень защиты от любой, находящейся под напряжением цепи.

3.29 основная изоляция (basic insulation): Изоляция опасных частей оборудования, находящихся под напряжением, в целях обеспечения основной защиты.

Примечание - Данное определение не распространяется на изоляцию, имеющую исключительно функциональное предназначение.

3.30 двойная изоляция (double insulation): Изоляция, включающая основную и дополнительную изоляцию.

3.31 усиленная изоляция (reinforced insulation): Изоляция опасных проводящих частей, которая обеспечивает степень защиты от поражения электрическим током, эквивалентную двойной изоляции.

Примечание - Усиленная изоляция может иметь несколько слоев, которые по отдельности не могут быть проверены как дополнительная или основная изоляция.

3.32 дополнительная изоляция (supplementary insulation): Независимая изоляция, применяемая в дополнение к основной изоляции для защиты от коротких замыканий.

3.33 интерфейс (interface): Граница между рассматриваемой системой и другой системой либо между отдельными частями системы, через которую передается информация или электрическая энергия.

3.34 внутренние проводные соединения (internal wiring): Проводные соединения, которые находятся внутри оборудования системы программирования, устанавливаемого изготовителем.

3.35 изолированные (устройства, цепи) [isolated (devices, circuits)]: Устройства или цепи, не имеющие гальванического соединения между собой.

3.36 часть оборудования под напряжением (live part): Провод или проводящая часть, которая находится под напряжением при нормальной эксплуатации, включая нейтральный провод, но не включая согласно установленной договоренности PEN-, PEM- или PEL-провода.

Примечания

1 Данное определение не обязательно подразумевает риск поражения электрическим током.

2 PEN-провод - провод, объединяющий функции как провода защитного заземления, так и нейтрального провода.

3 РЕМ-провод - провод, объединяющий функции как провода защитного заземления, так и провода со средней точкой.

4 РЕЛ-провод - провод, объединяющий функции как провода защитного заземления, так и линейного провода.

3.37 группа материалов (material group): Изоляционные материалы, классифицируемые по индексу стойкости к пробое (СТИ) (см. 11.4.3).

3.38 микросреда (micro-environment): Условия внешней среды, в которых находятся рассматриваемые зазор или часть поверхности изоляции.

Примечание - Качество изоляции определяется влиянием микросреды зазора либо области поверхности изоляции, а не внешней средой оборудования. Микросреда зазора либо области поверхности изоляции может быть более или менее благоприятной по сравнению с внешней средой оборудования. Микросреда определяется всеми факторами, влияющими на изоляцию, такими, как климатические и электромагнитные факторы, уровень загрязнения и т.д. (IEC 60664).

3.39 модуль (module): Часть системы программируемого контроллера, содержащая идентифицированное(ые) устройство(а) (например, ЦП, аналоговый вход и т.д.), которое(ые) вставляет(ют)ся в соединительную плату или основной блок.

3.40 многоканальный модуль (multi-channel module): Модуль, содержащий интерфейсы многоканальных входов и/или выходов сигналов, которые могут быть изолированы или не изолированы друг от друга.

3.41 нормальное функционирование (normal use): Функционирование, включая режим ожидания, в соответствии с инструкциями по эксплуатации или в соответствии с определенным назначением.

Примечание - Нормальные рабочие условия установлены в разделе 4.

3.42 нормальный режим (normal condition): Режим функционирования, при котором действуют все защитные механизмы, обеспечивающие функционирование без сбоев.

3.43 открытое оборудование (open equipment): Оборудование, у которого могут быть доступны электрические части под напряжением, например главное процессорное устройство. Открытое оборудование должно быть встроено в другие узлы в целях обеспечения безопасности.

3.44 оператор (operator): Лицо, осуществляющее управление и контроль устройства или процесса через ЧМИ, подключенный к системе программирования. Оператор не может вносить изменения в конфигурацию аппаратных средств, программных средств или прикладной программы прибора. Прибор не предназначен для применения персоналом, не имеющим достаточной квалификации. Предполагается, что оператор должен знать об общих рисках, связанных с эксплуатацией прибора.

3.45 категория перенапряжения (цепи или электрической системы) [overvoltage category (of a circuit or within an electrical system)]: Классификация, основанная на ограничении (или контроле) предполагаемых переходных перенапряжений, возникающих в цепи (или в пределах электрической системы, имеющей различные номинальные напряжения) и зависящих от средств, используемых для ограничения перенапряжений.

Примечания

1 В электрической системе переход из одной категории перенапряжения к другой (более низкой) осуществляется применением соответствующих средств, удовлетворяющих требованиям интерфейса. Такие требования интерфейса могут заключаться в установке защитных устройств от перенапряжений или последовательно-параллельного импеданса, способных рассеивать, поглощать или преобразовывать энергию соответствующего импульса тока, с тем чтобы

понижить значение переходного перенапряжения до такой величины, которая соответствует требуемой, более низкой категории перенапряжения.

2 Оборудование, на которое распространяется данный стандарт, предназначено для использования в пределах категории перенапряжения II.

3.46 стационарное оборудование (permanent installation): Часть системы программируемого контроллера, которая должна выполнять прикладную функцию в соответствии со своим назначением.

Примечание - См. приложение А.

3.47 степень загрязнения (в микросреде) [pollution degree (in the micro-environment)]: Для анализа изолирующих качеств зазоров и путей утечки установлены три степени загрязнения микросреды.

Примечания

1 Проводимость в загрязненной изоляции возникает из-за осаждения постороннего материала и влажности.

2 Минимальные значения зазоров для условий степеней загрязнения 2 и 3 основаны на опытных данных, но не на данных фундаментальных исследований.

3.48 степень загрязнения 1 (pollution degree 1): Отсутствие загрязнений или наличие только сухих непроводящих загрязнений. Загрязнения несут незначительную опасность.

3.49 степень загрязнения 2 (pollution degree 2): Обычно имеют место только непроводящие загрязнения. Иногда может ожидаться временная проводимость, вызванная конденсацией влаги.

3.50 степень загрязнения 3 (pollution degree 3): Имеют место проводящие загрязнения. Сухие непроводящие загрязнения могут стать проводящими из-за конденсации влаги.

3.51 порт (port): Доступ к устройству или сети, посредством которого могут передаваться и приниматься электромагнитная энергия или сигналы и посредством которого можно наблюдать и измерять переменные величины устройства или сети.

Примечание - Большинство обычно используется с учетом ЭМС.

3.52 переносное оборудование (portable equipment): Закрытое оборудование, которое передвигают во время работы и которое можно легко перенести из одного места в другое без отключения от источника питания.

Примечание - Примером переносного оборудования являются средства программирования и отладки (СПиО) и испытательное оборудование (ИО).

3.53 защитный провод (protective conductor): Провод, предназначенный для обеспечения безопасности, например для защиты от поражения электрическим током.

3.54 сверхнизковольтная защитная схема (СНЗН-схема) [protective extra low-voltage circuit (PELV circuit)]: Электрическая схема, в которой при нормальном функционировании и при функционировании с одиночной неисправностью, за исключением неисправностей в заземлении в других схемах, напряжение не может превысить 30 В среднеквадратического значения напряжения, 42,4 В пикового напряжения или 60 В напряжения постоянного тока.

СНЗН-схема аналогична СНБН-схеме, которая подсоединена к защитному заземлению.

3.55 защитный импеданс (protective impedance): Единый компонент, рассматриваемый как полностью исправный, совокупность компонентов или совокупность основной изоляции и устройства, ограничивающего уровень тока или напряжения, имеющая такой импеданс, конструкцию и надежность, которые в случае подключения между частями под опасным напряжением и токопроводящими частями обеспечивают уровень безопасности, требуемый

настоящим стандартом для работы при нормальном функционировании и при одиночной неисправности.

3.56 внешняя электросеть (public mains): Электропровода/электросеть стационарной системы энергоснабжения здания.

3.57 повторяющееся пиковое напряжение (recurring peak voltage): Пиковое значение электродвижущей силы, характеристика которой повторяется в определенном периоде.

3.58 стандартное испытание (routine test): Испытание на соответствие, которому каждая отдельная единица подвергается в течение или по окончании процесса ее производства.

3.59 сверхнизковольтная безопасная схема (СНБН-схема) [safety extra low-voltage circuit (SELV circuit)]: Электрическая схема, в которой при нормальном функционировании и при функционировании с одиночной неисправностью, включая неисправности в заземлении в других схемах, напряжение не может превысить 30 В среднеквадратического значения напряжения, 42,4 В пикового напряжения или 60 В напряжения постоянного тока.

СНБН-схема не подсоединена к защитному заземлению.

3.60 обслуживающий персонал (service personnel): Лица, занимающиеся изменением или ремонтом конфигурации аппаратных средств или прикладной программы ПК.

Обслуживающий персонал может также устанавливать обновленные программные средства, обеспеченные изготовителем. Предполагается, что обслуживающий персонал должен пройти обучение программированию и функционированию оборудования ПК и по его применению.

Обслуживающий персонал — это лица, прошедшие соответствующее техническое обучение, имеющие практический опыт и знающие правила безопасности, в частности правила электробезопасности, которые необходимо соблюдать при выполнении определенной работы, и знающие меры, которые необходимо принимать для минимизации риска для себя, других людей или для оборудования.

3.61 полный выходной ток (выходного модуля) [total output current (of an output module)]: Ток, который может выдавать многоканальный модуль, функционирующий при максимально неблагоприятной комбинации рабочих условий эксплуатации без превышения регламентированных температурных пределов, любой частью данного модуля (изоляция, выводы для подключений, открытые проводящие части и т.д.).

Примечание - В случае с многоканальным модулем полный выходной ток обычно меньше, чем сумма выходных токов каналов.

3.62 испытание типа (type test): Испытание, на соответствие которому подвергается одна или несколько репрезентативных единиц продукции.

3.63 блок (unit): Узел в сборке, который может состоять из модулей, вставляемых или иным способом соединенных внутри сборки (узла), и который связан с другими блоками в системе посредством кабелей (стационарные блоки) и посредством кабелей или других средств соединения (переносные блоки).

3.64 испытание типа на прочность (испытание на прочность) [withstand type test (withstand test)]: Испытание типа, подтверждающее, что приложение к основной конфигурации программируемого контроллера более жестких влияющих величин не ослабляет ее способности выполнять функции, заложенные в аппаратуру.

3.65 рабочее напряжение (working voltage): Максимальное значение (действующего) напряжения переменного тока или напряжения постоянного тока в определенном изоляционном материале, которое можно получить тогда, когда оборудование работает при номинальном напряжении

УГОСТ ИЕС 61131-2-2012 Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания.

Переходные процессы не учитываются.

Учитываются режимы холостого хода и нормальной эксплуатации.

4 Нормальные условия эксплуатации и требования

Пользователь должен убедиться, что условия эксплуатации ПК не выходят за границы условий, приведенных ниже. ПК и система ПК предназначены для применения в условиях производственной среды.

Пользователь должен обеспечить адекватность условий установки условиям окружающей среды, приведенным ниже.

4.1 Климатические условия и требования

4.1.1 Температура окружающего воздуха в условиях эксплуатации

Оборудование должно быть пригодно для эксплуатации в температурных диапазонах, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 - Температура окружающего воздуха в условиях эксплуатации систем ПК

	Пределы	Закрытое оборудование	Открытое оборудование
Температурный диапазон	max	40°C	55°C
	min	5°C	5°C

Для оборудования без вентиляции, которое охлаждается путем естественной конвекции воздуха, температурой окружающего воздуха оборудования является температура в точке, удаленной не более чем на 50 мм от оборудования на горизонтальной плоскости, расположенной в вертикальной средней точке оборудования.

Для оборудования с вентиляцией температурой окружающего воздуха оборудования является температура поступающего воздуха в точке, удаленной не более чем на 50 мм от плоскости точки входа воздушной струи оборудования.

Не допускается какое-либо внешнее принудительное охлаждение. Открытые периферийные устройства, предназначенные для стационарной установки в конфигурации системы программирования, должны соответствовать диапазону рабочих температур системы программирования.

Некоторые виды оборудования (например, устанавливаемый на панели ЧМИ и т.д.) могут иметь объединенные характеристики открытого и закрытого оборудования.

Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.2 и 6.2.1.

4.1.2 Относительная влажность

Оборудование должно быть пригодно для эксплуатации при уровне относительной влажности от 10% до 95% (без образования конденсации).

Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.2.2.

4.1.3 Высота над уровнем моря

Аппаратура должна быть пригодной для эксплуатации на высоте до 2000 м над уровнем моря.

Проведение испытания не требуется.

4.1.4 Степень загрязнения

Аппаратура предназначена для эксплуатации в условиях, соответствующих степени загрязнения 2, в том случае, если изготовителем не установлено никаких иных требований.

4.2 Механические условия и требования при эксплуатации

Условия вибрации, ударных нагрузок и свободного падения существенно меняются в зависимости от способа установки и окружающих условий, которые очень сложно регламентировать.

Для настоящего стандарта рабочие условия косвенно определяются требованиями испытаний, указанными ниже, которые применяются к несъемному, а также к переносному распакованному и ручному оборудованию (см. исключения 4.2.2). Эти условия не применяются к оборудованию, отличному от системы ПК и/или связанных с ней периферийных устройств.

Опыт показывает, что оборудование, удовлетворяющее этим требованиям, пригодно для применения в производственных условиях при стационарной установке.

Несъемное оборудование — это оборудование, которое является частью стационарного оборудования.

4.2.1 Вибрация

Параметры виброустойчивости приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Синусоидальная вибрация в условиях эксплуатации систем ПК

Частотный диапазон, Гц 2)	Непрерывная вибрация 1)	Случайная вибрация 1)
$5 \leq f < 8,4$	Смещение 1,75 мм; постоянная амплитуда	Смещение 3,5 мм; постоянная амплитуда
$8,4 \leq f \leq 150$	Ускорение 0,5 g; постоянная амплитуда	Ускорение 1,0 g; постоянная амплитуда
<p>1) Все значения амплитуды являются пиковыми значениями.</p> <p>2) Частота перехода, составляющая приблизительно 8,4 Гц, должна быть отрегулирована для достижения плавного и непрерывного перехода от значения постоянной амплитуды смещения к значению постоянной амплитуды ускорения.</p> <p>Примечание - $g_{\text{нмк}} = 0,0040,24 f^2 D_{\text{нмк}} \cdot ^*$</p> <p>* Формула соответствует оригиналу. - Примечание изготовителя базы данных.</p>		

Вибрация производится в каждой из трех взаимно перпендикулярных осей.

Изготовитель должен привести метод установки переносных и ручных периферийных устройств на испытательном оборудовании.

Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.3.1.

4.2.2 Ударостойкость

Требования к устойчивости: случайные отклонения до 15 м/сГОСТ ИЕС 61131-2-2012 Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания, 11 мс, полусинусоидальные, в каждой из трех взаимно перпендикулярных осей.

Аппаратуру с электронно-лучевыми трубками не испытывают.

Электромеханические реле могут подвергаться кратковременным ударам с ускорением до 15 м/сГОСТ ИЕС 61131-2-2012 Контроллеры программируемые. Часть 2. Требования к оборудованию и испытания. В процессе испытаний допускаются временные сбои в работе оборудования, но оборудование должно быть полностью работоспособным после их завершения.

Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.3.2.

4.2.3 Свободное падение (портативного и ручного оборудования)

Требования к устойчивости при свободном падении показаны в таблице 4.

Таблица 4

Свободные падения на бетонный пол применительно к переносному и ручному оборудованию

	Переносное и ручное оборудование при испытании на прочность (любая масса)	Ручное оборудование при испытании на устойчивость (любая масса)	Сноска
Случайные падения		1000 мм; два испытания	1), 2), 4)
Падения плашмя	100 мм; два испытания		1), 4)
Падения в контролируемом положении	Под углом 30° или 100 мм; два испытания		1), 3), 4)
<p>1) Предупреждение: временные сбои в работе в момент удара являются допустимыми, но оборудование должно быть полностью работоспособно после испытаний. Поэтому, если оборудование функционировало в момент падения, удар может спровоцировать неполадки в работе оборудования, для устранения которых может потребоваться вмешательство оператора.</p> <p>2) Высота падения (обычное расположение при эксплуатации) - согласно таблице 18.</p> <p>3) См. таблицу 18.</p> <p>4) Случайные падения - это падения на любой край, поверхность или угол. Падения плашмя - это падения только на поверхность. Падения в контролируемом положении - это падения только на край.</p>			

Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.3.3.

4.3 Условия и требования к транспортированию и хранению

Следующие требования применяются к блокам ПК, размещенным внутри упаковки изготовителя.

Транспортирование и хранение неупакованного переносного оборудования должны соответствовать требованиям 4.2.

Если в оборудование включены компоненты, требующие особых условий транспортирования и хранения (например, КМОП-компоненты, батареи и т.д.), изготовитель должен описать меры, которые требуется предпринять при транспортировании и хранении.

4.3.1 Температура

Допускаемая температура - от минус 40°C до плюс 70°C.

Допускается температура в диапазоне от минус 25°C до плюс 70°C, но не рекомендуется для новых конструкций ПК.

Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.2.

4.3.2 Относительная влажность

Относительная влажность - от 10% до 95%, без образования конденсации.

Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.2.2.

4.3.3 Высота над уровнем моря

Атмосферное давление конструкции при транспортировании должно быть эквивалентно высоте над уровнем моря 0-3000 м (как минимум, 70 кПа).

Проведение испытания не требуется.

4.3.4 Свободное падение (блоки ПК в упаковке изготовителя)

Требования к прочности для блоков ПК в упаковке изготовителя приведены в таблице 5. После испытаний на свободное падение блоки должны сохранять работоспособность в полном объеме и не иметь очевидных разрушений.

Таблица 5

Свободное падение на бетонный пол (применительно к блокам ПК в упаковке изготовителя)

Масса при отгрузке (с упаковкой), кг	Высота падения, мм		Число падений
	в транспортной таре	в потребительской таре	
<10	1000	300	5
От 10 до 40	500	300	5
>40	250	250	5

Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.3.4.

4.3.5 Другие условия

Пользователь должен согласовать с изготовителем любые механические условия, не указанные в настоящем стандарте, включая хранение при сверхнизкой температуре и транспортирование воздушным путем.

4.4 Электрические условия и требования при эксплуатации

4.4.1 Источники питания оборудования постоянного и переменного тока

4.4.2 Категория перенапряжения, контроль переходных перенапряжений

Параметры оборудования должны быть такими, чтобы условия категории перенапряжения II не превышались.

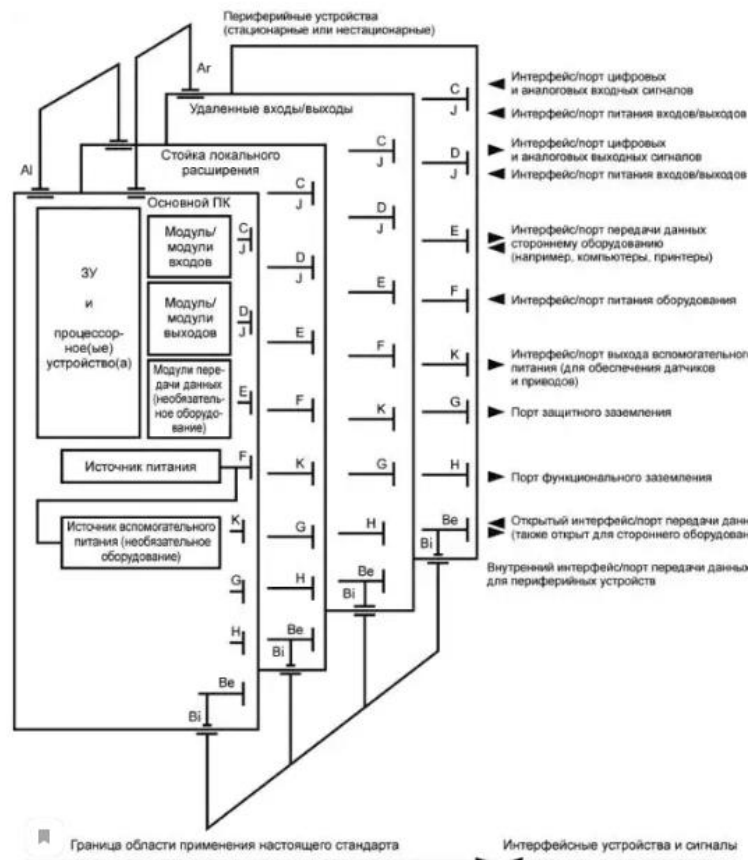
4.4.3 Непериодические перенапряжения

4.5 Специальные условия и требования

5 Функциональные требования

Типовая конфигурация системы ПК и ее интерфейсы/порты представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 - Типовая конфигурация интерфейсов/портов системы ПК



AI - интерфейс/порт передачи данных для стойки локального расширения;

Ar - интерфейс/порт передачи данных для станции удаленного ввода/вывода, сети управления, промышленной шины;

Be - открытый интерфейс/порт передачи данных также открыт для сторонних устройств (например, СПиО, персональный компьютер, применяемый для программирования);

Bi - внутренний интерфейс/порт передачи данных для периферийных устройств;

C - интерфейс/порт для цифровых и аналоговых входных сигналов;

D - интерфейс/порт для цифровых и аналоговых выходных сигналов;

E - последовательные или параллельные интерфейсы/порты передачи данных сторонним устройствам, например компьютерам, принтерам;

F - интерфейс/порт питания оборудования; к устройствам с портами F предъявляются требования по сохранению в работоспособном состоянии подключенных за ними устройств во время включения, выключения и прерывания электропитания;

G - порт защитного заземления;

H - порт функционального заземления;

J - интерфейс/порт питания входов/выходов;

K - интерфейс/порт выхода вспомогательного питания, используемый для энергообеспечения датчиков и приводов

5.1 Функциональные требования к источнику питания и резервному электропитанию запоминающих устройств

1 Источники питания постоянного и переменного тока
Выполнение требований этого пункта проверяется в соответствии с 6.4.1-6.4.3.

2 Номинальные значения и рабочие диапазоны
Первичное электропитание системы ПК и модулей входов/выходов, питаемых от внешних источников.

3 Гармоники напряжения
Переменное напряжение выражается в среднеквадратических значениях напряжения, измеренных в точке подключения к оборудованию. Суммарное среднеквадратическое значение напряжения высших гармоник (суммарное кратное от номинальной частоты) с частотой менее 10-кратного значения номинальной частоты может достигать 10% полного напряжения. Значение гармонических и других частотных колебаний, соответствующих более высокому частотному диапазону, может достигать 2% полного напряжения. Тем не менее в целях обеспечения постоянных результатов сравнения испытание оборудования должно проводиться только на третьей гармонике (10% полного напряжения при фазовом угле 0° и 180°). Если значение выходного импеданса источника энергии является относительно большим по сравнению со значением входного импеданса источника питания системы ПК, это может отрицательно повлиять на суммарное значение гармоник источника питания системы ПК. Размеры специализированного источника питания, например инвертора для системы ПК, должны устанавливаться по согласованию между пользователем и изготовителем. Следует рассмотреть возможность использования стабилизатора сетевого напряжения.

4 Прерывание напряжения в портах питания
Эти предельные значения применяются для интерфейса/порта питания оборудования F согласно рисунку 2.

В случае кратковременных сбоев в подаче электропитания, система ПК [включая станции

удаленного ввода/вывода и нестационарные периферийные устройства] должна продолжать нормально функционировать.

В случае более длительного прерывания питания система ПК должна продолжать нормально функционировать либо должна перейти в стандартное состояние и иметь четко определенное поведение, вплоть до восстановления нормального функционирования.

Примечание - Выходы и быстро срабатывающие входы, питаемые от общего(их) источника(ов) питания, могут реагировать на такие сбои в подаче электропитания.

5 Резервное электропитание запоминающих устройств
Средства резервного электропитания энергозависимых блоков ЗУ должны обеспечивать сохранение информации в течение по крайней мере 300 ч при нормальной эксплуатации и в течение 1000 ч при температуре не выше 25°C, если источник энергии установлен на номинальную мощность (для средств резервного электропитания, нуждающихся в замене, номинальная мощность - это величина, которую используют для обозначения процедуры и временного интервала замены).

Изготовитель должен задокументировать срок сохранения информации в энергозависимых блоках ЗУ в том случае, если этот срок отличается от установленных промежутков времени. Замена или обновление средств резервного электропитания должны быть возможны без потери данных в энергозависимых блоках ЗУ

5.2 Цифровые входы/выходы

Цифровые входы/выходы должны удовлетворять следующим требованиям. Система ПК должна иметь интерфейс входа и интерфейс выхода по крайней мере одного из типов.

Должна быть возможность соединения входов и выходов между собой посредством правильного выбора вышеупомянутых цифровых входов/выходов в целях обеспечения заданного функционирования системы ПК (дополнительная внешняя нагрузка должна быть определена изготовителем в случае необходимости).

Должна быть возможность питания изолированных многоканальных модулей входов переменного тока от разных фаз, и в этом случае модули должны удовлетворять требованию к максимальной разности напряжений, которая может иметь место между фазами. В обратном случае в руководстве пользователя должно быть указано, что все каналы должны получать электропитание от одной и той же фазы.

Если цепь многоканального модуля переменного тока должна питаться от нескольких фаз, то она должна удовлетворять требованиям на зазоры и пути утечки, а также требованиям испытания на прочность изоляции с использованием соответствующих напряжений между фазами.

В системе ПК могут предлагаться интерфейсы, которые не рассматриваются настоящим стандартом, т.е. интерфейсы для ТТЛ- и КМОП-цепей и т.д. В этом случае изготовитель должен предоставлять всю соответствующую информацию пользователю.

Примечание - Токоподающие входы и токоприемные выходы, которые могут потребоваться для некоторых ПК, не рассматриваются настоящим стандартом. При их применении необходимо проявлять особую осторожность (в случае положительной логики используются токоприемные входы и токоподающие выходы, любое короткое замыкание на опорный потенциал либо обрыв провода интерпретируется входами и нагрузками как состояние "выключено"; в случае отрицательной логики используются токоподающие входы и токоприемные выходы, замыкания на землю интерпретируются как состояние "включено").

5.2.1 Цифровые входы (токоприемные)

5.2.1.1 Терминология (вольтамперные рабочие диапазоны)

5.2.1.2 Стандартные рабочие диапазоны для цифровых (токоприемных) входов

Рабочий диапазон токоприемных цифровых входов должен быть ограничен в пределах значений

В случае с выходами, заявленными изготовителем как защищенные:

- при всех установившихся значениях выходного тока, которые более чем в 1,1 раза превышают номинальное значение, выход должен нормально функционировать и/или соответствующее устройство должно обеспечивать защиту выхода;

- после переустановки или замены только защитного устройства система ПК должна возобновить

нормальное

функционирование;

- дополнительные возможности повторного запуска можно выбирать среди следующих трех типов:

- защищенный выход автоматизированного повторного запуска: защищенный выход, который автоматически восстанавливается после устранения перегрузки;
- защищенный выход управляемого повторного запуска: защищенный выход, который переустанавливается посредством сигналов (например, для дистанционного управления);
- защищенный выход ручного повторного запуска: защищенный выход, восстановление которого происходит при воздействии человека (защитой могут быть плавкие предохранители, электронные блокировки и т.д.).

5.3 Требования к периферийным устройствам (СПиО, ИО, ЧМИ)

Периферийные устройства, которые не являются постоянной частью системы ПК, не должны вызывать сбоев системы при установлении или нарушении связи с операционной системой. Для подключения периферийных устройств на клеммах соединителя должна быть обозначена полярность для предотвращения неправильного подключения или же система ПК должна быть устроена таким образом, чтобы не возникало сбоя в случае неправильного подключения. Система, состоящая из периферийного устройства и системы ПК, должна быть устроена таким образом, чтобы гарантировалась функциональная идентичность отлаженной программы, выполняемой в системе ПК, и отлаженной программы, отображаемой на периферийном устройстве.

Если с помощью периферийного устройства можно изменять прикладную программу и/или режимы работы системы ПК в реальном времени (т.е. когда система ПК находится в активном управлении машиной или технологическим процессом), то:

- периферийное устройство должно автоматически давать четкие предупреждения, например, такие, как: "в течение модификации в реальном времени визуализация программы может отличаться от прикладной программы, управление машиной/процессом может быть прервано в течение ... мс" и т.д.;
- периферийное устройство должно задавать вопросы типа "Вы действительно хотите выполнить данное действие?" и выполнять команду только после того, как получен положительный ответ от оператора;
- должна быть возможность загрузки новой прикладной программы на поставляемых изготовителем носителях данных и проверки в реальном времени, что записанные данные ей функционально эквивалентны;
- должны быть предусмотрены средства для предотвращения неправомерного использования этих функций (аппаратные или программные средства).

5.4 Требования к самотестированию и диагностике системы ПК

Изготовитель должен обеспечить средства для самотестирования и диагностики функционирования системы ПК. Такие средства должны быть обеспечены за счет встроенных функций самотестирования системы ПК и/или рекомендуемых способов выполнения соответствующего тестирования.

Должно быть обеспечено следующее:

- средства контроля прикладной программы пользователя (т.е. контрольный таймер и т.д.);
- аппаратные или программные средства для проверки целостности ЗУ;
- средства для проверки правильности данных, обмениваемых между ЗУ, процессором(ами) и модулями ввода-вывода (такие как прикладная проверка по шлейфу);
- средства для проверки того, что блок(и) электропитания не превышает(ют) предельные значения тока и напряжения, допускаемые конструкцией аппаратных средств;
- средства контроля состояния ГПУ.

Стационарная система ПК должна быть способна выдавать аварийный сигнал на аварийном выходе. Если результат контроля показывает, что система функционирует правильно, этот аварийный выход должен находиться в заданном состоянии; в противном случае он должен перейти в противоположное состояние. Изготовитель должен регламентировать условия состояния правильного функционирования и самотестирование, которое выполняется для

инициализации этого аварийного выхода. СУВД должны быть способны выдавать аварийный сигнал на аварийном выходе (например, через модуль цифрового выхода) в случае потери электроэнергии или потери нормальной связи с ГПУ и переходить в заданное состояние.

5.5 Требования по установке

Должны быть обеспечены условия для безопасной установки оборудования на опорную поверхность.

Альтернативные методы установки, такие, как контактные рельсы согласно DIN, должны также обеспечивать безопасную установку оборудования.

Болт, винт или другая деталь, используемая для установки части оборудования, не должны использоваться для обеспечения безопасной установки на опорную поверхность, контактные рельсы согласно DIN и т.д.

5.6 Общие требования к маркировке

Применительно ко всем единицам оборудования информация, указываемая в маркировке, наносимой на устройство, должна идентифицировать, как минимум, изготовителя (организацию, выставившую продукцию на рынок) и устройство.

Изготовитель должен предоставить следующую информацию:

- наименование изготовителя, торговая марка или другая идентификация;
- номер модели/каталога, обозначение или наименование типа;
- заводской номер программного обеспечения и/или его модификации (1.2) по мере необходимости;
- заводской номер либо номер серии аппаратного обеспечения и/или его модификации (1.2), а также код данных или эквивалентную информацию.

1 Идентификация функций

Функция каждого модуля ввода/вывода, когда он установлен в рабочее положение и функционирует, должна быть однозначно опознаваема посредством соответствующей маркировки изготовителя.

Все переключатели оператора, световые индикаторы, а также соединители должны быть идентифицированы или иметь средства для идентификации.

2 Расположение и идентификация модулей

На каждом модуле и канале ввода/вывода или вблизи от них должно предусматриваться место для их идентификации.

3 Маркировка клемм функционального заземления

Клеммы функционального заземления (т.е. клеммы, используемые не для целей безопасности, например для улучшения помехоустойчивости) должны маркироваться следующим символом:

4 Требования к эксплуатационным испытаниям и проверкам типа в нормальных условиях и к функциональным испытаниям и проверкам типа

Эксплуатационные испытания и проверки в нормальных условиях и функциональные испытания и проверки должны проводиться изготовителем в соответствии с требованиями раздела 6.

6 Эксплуатационные испытания и проверки типа в нормальных условиях и функциональные испытания и проверки типа

6.1 Климатические испытания

Испытания выполняют на распакованном оборудовании.

Чувствительные к температуре компоненты, эксплуатация которых осуществляется в нормальных условиях и которые являются съемными, могут быть удалены по требованию изготовителя.

6.2 Проверка параметров входов/выходов

Общие положения

Методы испытаний в настоящем стандарте недетализированы. Детали методов испытаний должны согласовываться между пользователем и изготовителем и должны удовлетворять условиям.

Хотя методы испытаний не детализированы, должны быть проведены все испытания, которые приведены в настоящем стандарте.

Испытания должны проводиться дважды на одном и том же канале(ах) ввода/вывода, если не оговорено никаких иных требований:

- первое испытание проводят при минимальной рабочей температуре T_{\min} , равной 5°C, или T_{\min} ;
- второе испытание проводят при максимальной рабочей температуре T_{\max} , равной 40/55 °C.

Не требуется испытывать более одного канала аналогового входа и одного канала цифрового входа каждого типа, однако испытания должны охватывать каналы всех разных типов, которые входят в состав базовой системы ПК.

Все каналы многоканальных модулей выходов должны испытываться.

Проверка цифровых входов

1. Испытание рабочего диапазона

Проверяют выполнение всех требований.

Метод испытаний должен быть согласован между пользователем и изготовителем.

2. Испытание на изменение полярности сигнала (испытание на стойкость)

Метод испытаний - сигнал обратной полярности, который подают на цифровые входы в течение 10 с.

Проверка соответствия - результаты соответствия значениям, установленным изготовителем.

Прибор должен пройти ПППФ (2.5). Защитные устройства, например плавкие предохранители, могут устанавливаться перед проверкой.

6.3 Проверка цифровых выходов

1. Испытание рабочего диапазона

Проверяют выполнение всех требований.

Методы испытаний:

- диапазон тока должен быть установлен по согласованию между пользователем и изготовителем;
- падение напряжения должно быть установлено по согласованию между пользователем и изготовителем;
- ток утечки - приборы/устройства, предназначенные для защиты выходов, не должны быть отсоединены;
- временная перегрузка - в соответствии с категорией AC-15 или DC-13 (IEC 60947-5-1) в

зависимости от применения. В случае с выходами, устойчивыми к короткому замыканию, значения тока должны быть от 2 до 20 I*.

2. Испытание защищенных, незащищенных и устойчивых к короткому замыканию выходов

3. Испытание на изменение полярности сигнала (испытание на стойкость)

Если оборудование имеет защиту от неправильного изменения полярности сигнала, то испытание на стойкость может не проводиться и заменяться соответствующим визуальным контролем.

Метод испытаний - сигнал обратной полярности для цифровых выходов постоянного тока, который должен подаваться в течение 10 с.

4. Испытание на стойкость к перегрузкам аналоговых входов

Метод испытаний должен быть установлен по согласованию между пользователем и изготовителем.

Измерение и проверка:

- во время перегрузки - при максимальной перегрузке не должно обнаруживаться никаких физических повреждений или аномальных явлений;
- после испытания должна быть проверена точность при минимальном и максимальном значениях диапазона входа.

5. Испытание на короткое замыкание (выхода напряжения) и на размыкание цепи (выхода тока)

При выполнении короткого замыкания (выхода напряжения) или размыкания цепи (выхода тока) не должно обнаруживаться никаких физических повреждений или аномальных явлений. После испытания должна быть проведена процедура соответствующей функциональной проверки.

6. Испытание на изменение источника напряжения

Данное испытание должно проводиться, если питание модулей аналоговых входов/выходов осуществляется от внешнего независимого источника питания (т.е. независимого от источников питания других модулей входов/выходов базовой системы ПК).

Источник питания заменяют регулируемым источником питания. Напряжение настраивают на крайние значения указанного диапазона напряжений питания. После этого модуль должен успешно пройти ПППФ, а изменения выхода должны находиться в пределах заданного диапазона.

7. Испытание на изменение полярности сигнала (испытание на стойкость)

Если оборудование имеет защиту от неправильного подключения по полярности сигнала, то испытание на стойкость может не проводиться и заменяться соответствующим визуальным контролем.

Метод испытаний - сигнал обратной полярности для однополярных аналоговых входов должен подаваться в течение 10 с.

Проверка - результаты должны соответствовать значениям, установленным изготовителем.

Защитные устройства, например плавкие предохранители, могут устанавливаться перед проверкой.

8. Проверка выполнения других требований

Испытания типа не требуются; проверка выполнения всех требований, по которым испытания не проводились, должна осуществляться в соответствии с процедурой, согласованной изготовителем и потребителем.

9. Проверка выполнения требований к интерфейсам передачи данных

Испытания типа не требуются; проверка выполнения всех требований, по которым испытания не проводились, должна осуществляться в соответствии с процедурой, согласованной изготовителем и потребителем.

10. Проверка выполнения требований к главному процессорному устройству

Испытания типа не требуются; проверка выполнения всех требований, по которым испытания не

проводились, должна осуществляться в соответствии с процедурой, согласованной изготовителем и потребителем.

6.4 Проверка станций удаленного ввода/вывода

Испытание по проверке времени отклика

В рамках данного испытания проверяют влияние на интервал(ы) времени пересылки данных, которое имеет место при доставке информации с удаленных входов и информации о состоянии СУВД в прикладную программу пользователя, а также при передаче логических решений прикладной программы на удаленные выходы.

Прикладную испытательную программу, заключающуюся в копировании состояния входов на выходы, выполняют в четырех подобных конфигурациях:

- локальные входы - на локальные выходы;
- удаленные входы - на локальные выходы;
- локальные входы - на удаленные выходы;
- удаленные входы - на удаленные выходы.

Критерий приемки/браковки результатов испытаний - интервалы времени отклика всей системы и последующие изменения интервала(ов) времени пересылки данных должны соответствовать спецификациям, опубликованным изготовителем.

Испытание на потерю связи

Когда связь нарушена, выходы должны без сбоев и какого-либо аномального поведения перейти в состояние, установленное изготовителем в течение временного интервала, установленного изготовителем. Пользователю должно поступить сообщение о потере связи.

Испытание проводят путем отключения: а) линии связи; б) внешнего источника питания СУВД и наблюдения за поведением базовой системы ПК (т.е. ГПУ, а также СУВД и их выходы).

Проверка выполнения требований к периферийным устройствам (СПиО, ИО, ЧМИ)

Проверка выполнения всех требований, по которым испытания не проводились, должна осуществляться в соответствии с процедурой, согласованной изготовителем и потребителем.

7.1 Информация о типе и содержании документации

Установлены три типа документации:

- каталоги и спецификации;
- руководства пользователя;
- техническая документация.

7.1.1 Информация о каталогах и спецификациях

Документы данного типа должны содержать описание и технические характеристики системы ПК и связанных с ней периферийных устройств, а также другую информацию, поясняющую сущность применения и использования данных изделий, в том числе функциональные характеристики, правила конфигурирования оборудования, нормальные условия эксплуатации, физические размеры и массу, а также перечень соответствий стандартам и сертификатам.

7.1.2 Информация о руководствах пользователя

Документы данного типа должны включать необходимую информацию для правильной установки, разводки кабелей, поиска неисправностей, программирования и ввода в действие пользователем системы ПК. Они должны включать, как минимум:

- инструкции по установке и вводу в действие;
- инструкции по программированию и поиску неисправностей;
- требования по эксплуатации и техническому обслуживанию;
- списки запасных частей и вспомогательного оборудования (например, плавкие предохранители).

7.1.3 Информация о технической документации

Изготовитель дополнительно может предоставить комплект документов, содержащий более полную информацию по сравнению с руководством пользователя, например блок-схемы, внешний и внутренний протоколы обмена данными, назначения сигналов шин, требования к размерам, напряжение питания, программы в ПЗУ, внутренние тестовые программы или процедуры ремонта и т.д.

7.2 Информация о соответствии настоящему стандарту

Изготовитель должен предоставить информацию о соответствии требованиям настоящего стандарта, которое может декларироваться на двух уровнях:

- а) полное соответствие всем требованиям, содержащимся в настоящем стандарте. В этом случае приводится ссылка на настоящий стандарт;
- б) соответствие отдельным требованиям настоящего стандарта. В этом случае в документации должны быть предоставлены отдельные разделы настоящего стандарта, по которым декларируется соответствие продукции.

7.3 Информация по транспортированию и хранению

Изготовитель должен предоставить инструкции по транспортированию и хранению.

7.4 Информация по источникам питания постоянного и переменного тока

Изготовитель должен предоставить следующую информацию:

- данные, позволяющие осуществить выбор подходящей схемы разводки питания для обеспечения требуемого напряжения в каждой точке использования электроэнергии, в том числе такие данные, как пиковый пусковой ток (при холодном и теплом повторном запуске), повторяющийся импульсный ток и установившийся действующий входной ток в условиях полной нагрузки;
- идентификация внешних выводов для подключения к источникам питания;
- типичный(ые) пример(ы) системы (систем) питания оборудования;
- специальные требования (если имеются) по монтажу источников питания в случае с системами ПК, которые получают энергию от нескольких источников питания, или если значения напряжения и частоты источника питания.
- последствия подсоединения источников питания к оборудованию:
- обратной полярностью;
- с несоответствующим уровнем напряжения и/или частоты;
- с несоответствующими проводами;
- полная информация относительно поведения системы ПК для типичных ситуаций включения/отключения питания;
- данные, позволяющие оценить максимальные значения времени прерывания, которое не влияет на нормальное функционирование любой системы ПК; класс ИП (ИП-1 или ИП-2) устройств с питанием на постоянном токе;
- время копирования содержимого ЗУ с точки зрения температурных и эксплуатационных требований;
- рекомендуемая периодичность замены источников энергии (по мере необходимости) и рекомендуемый метод замены источников энергии и влияние замены на систему ПК;
- пиковый пусковой ток (при холодном и теплом повторном запуске) или рекомендуемый размер предохранителя и характеристики размыкания предохранителя.

7.5 Информация по (токоприемным) цифровым входам

Изготовитель должен предоставить следующую информацию:

- вольт-амперная характеристика для полного рабочего диапазона с допустимыми отклонениями или эквивалентными параметрами;
- время задержки перехода из состояния 0 в состояние 1 и перехода из состояния 1 в состояние 0 для цифрового входа;
- наличие общих точек между каналами;
- последствия неправильного подключения входа;

- потенциалы изоляции при нормальной эксплуатации между каналом и другими цепями (включая цепь заземления) и между каналами;
- тип входа (1, 2 или 3);
- контрольная точка и двоичное состояние визуального индикатора;
- эффекты, возникающие при удалении/установке модуля входа под напряжением;
- дополнительная внешняя нагрузка при межсоединении входов и выходов, если это необходимо;
- пояснения относительно оценки сигнала (например, статическая/динамическая оценка, прерывание и т.д.);
- рекомендуемую длину кабелей и шнуров в зависимости от типа кабеля и требований электромагнитной совместимости;
- схема размещения выводов оборудования;
- типовые примеры внешних подключений.

7.6 Информация по (токоподающим) цифровым выходам переменного тока

Изготовитель должен предоставить следующую информацию относительно цифровых выходов для работы на переменном токе:

- тип защиты (защищенный выход, выход, устойчивый к короткому замыканию, незащищенный выход), а также:
 - в случае с защищенными выходами - рабочие характеристики при токе свыше $1,1 I^*$, включая уровень(и) тока(ов), при котором(ых) устройство защиты активизируется, поведение тока при уровне свыше $1,1 I^*$ и время активизации устройства защиты;
 - в случае с выходами, устойчивыми к короткому замыканию, - сведения по замене или переустановке защитного устройства, если это требуется;
 - в случае с незащищенными выходами - технические требования к защитному устройству, которое должно применяться пользователем (по мере необходимости);
 - время задержки перехода из состояния 0 в состояние 1 и перехода из состояния 1 в состояние 0 для выхода;
 - характеристики коммутации и напряжение включения относительно перехода напряжения через нуль;
- наличие общих точек между каналами;
- схема размещения выводов оборудования;
- типичный(ые) пример(ы) внешних подключений;
- число и тип выходов (например, нормально разомкнутые/нормально замкнутые контакты, твердотельные, отдельные изолированные каналы и т.д.);
- номинальные значения параметров выхода для других нагрузок, таких, как лампы накаливания;
- полный ток выхода для многоканальных модулей (см. определение 3.40);
- характеристики устройств защиты от перегрузок, встроенных в выходную цепь для защиты от пиков напряжения, возникающих из-за индуктивного выброса напряжения;
- тип внешних защитных устройств, если требуется;
- последствия неправильного подключения выхода;
- потенциалы изоляции при нормальной эксплуатации между каналом и другими цепями (включая цепь заземления) и между каналами;
- контрольные точки визуальных индикаторов в канале (например, на панели главного процессорного устройства, на панели нагрузки);
- рекомендуемые методы замены выходных модулей;
- поведение выходов при прерывании управления ГПУ, при падениях и прерываниях напряжения, а также при включениях и отключениях питания;
- способ функционирования (т.е. аналоговый/дискретный тип выхода);
- влияние многократных перегрузок на изолированные многоканальные модули.

8. Открытое оборудование системы ПК

Открытое оборудование системы ПК - оборудование, которое может иметь доступные токоведущие электрические части, например выводы модуля входов/выходов.

Открытое оборудование должно быть встроено в другие блоки, изготовленные для обеспечения безопасности.

9. Закрытое оборудование системы ПК

Закрытое оборудование системы ПК - оборудование, которое закрыто со всех сторон (исключение допускается только для поверхности, предназначенной для установки) в целях предотвращения случайного контакта персонала с токопроводящими или подвижными частями оборудования, для защиты оборудования от проникновения в него твердых чужеродных тел, имеющих диаметр, равный и более 12,5 мм, и которое соответствует требованиям на механическую прочность, возгорание и стабильность (если таковые применяются). Степень защиты должна составлять $\geq IP20$.

Примечание - Номинальные значения IP - согласно IEC 60529.

В соответствии с требованием об обеспечении защиты от поражения электрическим током каждая единица закрытой системы ПК должна соответствовать требованиям классов I, II и III или совокупности данных требований, перечисленных ниже. Степень защиты должна составлять $\geq IP20$.

10. Оборудование класса I

Оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается за счет основной изоляции, а также за счет соединения токопроводящих частей с проводом защитного заземления, с тем чтобы в этих частях не могло возникнуть опасное напряжение в случае повреждения основной изоляции.

Примечание - Оборудование класса I может иметь части с двойной изоляцией или усиленной изоляцией или части, работающие при безопасном сверхнизком напряжении.

Если оборудование используется с гибким шнуром, должен быть предусмотрен провод защитного заземления, который должен быть частью комплекта шнура.

Доступные токопроводящие части системы ПК, в которых может возникнуть опасное напряжение в случае одиночной неисправности, должны быть подключены к защитной цепи системы ПК. Такие токопроводящие части, как винты, заклепки и паспортные таблички, которые могут представлять опасность при одиночной неисправности, должны быть защищены с помощью других средств, таких, как двойная/усиленная изоляция, с тем чтобы в этих частях не могло возникнуть опасное напряжение.

Если часть системы ПК изымается из-под корпуса, например, в целях обычного технического обслуживания, это не должно прерывать функционирование защитных цепей, обслуживающих другие части системы ПК.

11. Оборудование класса II

Оборудование, в котором защита от поражения электрическим током включает не только основную изоляцию, но также и дополнительные меры безопасности, такие, как двойная или усиленная изоляция, которые не связаны с защитным заземлением или условиями установки. Вместо двойной изоляции может использоваться защитный импеданс.

Допускается использование средств, обеспечивающих электрическую проводимость цепей (т.е. заземленные внутренние компоненты или проводящие поверхности), при условии, что эти цепи изолированы от доступных цепей оборудования двойной изоляцией.

Допускается подсоединение к клеммам заземления для решения функциональных задач (таких, как подавление радиопомех) при условии, что дополнительно для защиты используют систему двойной изоляции.

Такое оборудование может относиться к одному из следующих типов:

1) покрытое изоляционным материалом: оборудование, имеющее долговечный и стабильный корпус из изоляционного материала, который покрывает все токопроводящие части, за исключением небольших частей, таких, как паспортные таблички, винты и заклепки, которые изолированы от частей, находящихся под опасным напряжением, с помощью изоляции, эквивалентной, как минимум, усиленной изоляции;

2) оборудование, имеющее стабильный корпус из металлического покрытия, в котором везде используется двойная изоляция, за исключением тех частей, в которых используется усиленная изоляция;

1 Изолированный корпус может представлять собой дополнительную или усиленную изоляцию как часть общей изоляции.

2 Если оборудование везде имеет двойную изоляцию и/или усиленную изоляцию и подсоединено к защитной заземляющей клемме или контакту, его рассматривают как оборудование, принадлежащее к конструкции класса I.

3 Оборудование может иметь части, работающие при безопасном сверхнизком напряжении.

11.1.2.1.3 Оборудование класса III

Оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается за счет цепей, питаемых от сверхнизкого безопасного напряжения (СНБН), а создаваемое напряжение не превышает предельных значений для СНБН.

Допускается подсоединение к клеммам заземления для решения функциональных задач (таких, как подавление радиопомех).

Проводка цепей СНБН и сверхнизкого защитного напряжения (СНЗН) должна быть отделена от проводки других цепей либо изоляция всех проводов должна соответствовать более высокому напряжению. В обратном случае вокруг проводки цепей СНБН/СНЗН либо вокруг проводки других цепей должны быть размещены заземленные защитные экраны или дополнительная изоляция в соответствии с IEC 60364-4-41.

Практическая работа № 11

Техническое обслуживание регистраторов

Цель работы: изучение мероприятий по техническому обслуживанию видеографических и электронных регистраторов.

Документация: Регистраторы электронные МТМ-РЭ-160-03 Руководство по эксплуатации ААЛУ.411131.003 РЭ

Регистраторы видеографические ЭЛМЕТРО-ВиЭР-104К, ЭЛМЕТРО-ВиЭР-М

Задание:

1. Внимательно изучите предложенные руководства по использованию видеографических и электронных регистраторов.
2. Составьте перечень требований к данным типам регистраторов.
3. Составьте на каждый тип приборов алгоритм проведения технического обслуживания.

ОПИСАНИЕ И РАБОТА

Назначение

1. Регистраторы предназначены для накопления (архивирования), хранения и отображения на показывающем устройстве информации о состоянии технологического параметра, заданного сигналами термоэлектродвижущей силы термоэлектрических преобразователей (далее – ТП) по ДСТУ 2837-94 (ГОСТ 3044-94), сигналами сопротивления термопреобразователей сопротивления (далее – ТС) по ДСТУ 2858-94 (ГОСТ 6651-94), сигналами постоянного тока в диапазонах от 0 мА до 5 мА, от 0 мА до 20 мА, от 4 мА до 20 мА, сигналами напряжения постоянного тока в диапазонах от 0 мВ до 10 мВ и то 0 мВ до 100 мВ по ГОСТ 26.011-80 по ГОСТ 26.011-80 по шести каналам.
2. Регистраторы предназначены для щитового монтажа.
3. Регистраторы могут быть применены в составе автоматизированных систем контроля и управления на промышленных предприятиях.
4. Регистраторы являются промышленными, аналоговыми приборами непрерывного действия.

5. В качестве показывающего устройства используется цветной жидкокристаллический TFT-дисплей (далее – ЖК-дисплей). Размеры активной области ЖК-дисплея регистраторов 115,2 мм × 86,4 мм (320 × 240 точек).
6. 1.1.2 Регистраторы выполнены в соответствии с ГОСТ 22782.5-78 с видом
 1. взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, имеют маркировку взрывозащиты “ExiaIIС” и предназначены для установки вне взрывоопасных зон помещений.
7. К регистраторам могут подключаться устанавливаемые во взрывоопасных зонах серийно изготавливаемые термоэлектрические преобразователи и термопреобразователи сопротивления в соответствии с главой 4 ДНАОП 0.00-1.32-01.
8. Допустимые параметры искробезопасных цепей регистраторов: индуктивность
9. $L_{доп}$ равна 1 мГн; емкость $C_{доп}$ равна 0,4 мкФ, напряжение холостого хода $U_{хх}$ не более 13 В; ток короткого замыкания $I_{кз}$ не более 45 мА.
10. Для регистраторов с входными сигналами постоянного тока и напряжения постоянного тока от первичных преобразователей, имеющих собственный источник питания, искробезопасность входных цепей не обеспечивается.
11. 1.1.3 При работе с ТП обеспечивается автоматическая компенсация термоэдс свободных концов.
12. 1.1.4 Соединение ТП с регистраторами осуществляется термоэлектродными проводами.
13. Соединение ТС с регистраторами осуществляется 3-проводной линией связи с сопротивлением каждого провода не более 10 Ом.
14. 1.1.5 Регистраторы предназначены для эксплуатации в следующих условиях:
 - температура окружающего воздуха от 5 °С до 50 °С;
 - относительная влажность окружающего воздуха до 80 % при 35 °С и более низких значениях температуры без конденсации влаги;
 - синусоидальная вибрация с частотой от 10 Гц до 55 Гц и амплитудой смещения 0,15 мм;
 - постоянные магнитные поля и (или) переменные поля сетевой частоты с напряженностью до 400 А/м.

Технические характеристики

1. Число входных измерительных каналов регистраторов – шесть.
2. Входные цепи каждого канала регистраторов гальванически отделены от цепей питания, цепей сигнализации и цепей интерфейса RS485. Цепи каждого канала регистраторов для сигналов ТП, сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока гальванически отделены от цепей других каналов.
3. Регистраторы обеспечивают настройку и управление с передней панели.
4. Регистраторы обеспечивают архивирование текущих значений параметра (результата измерений) и просмотр архива изменения параметров в виде графиков с выводом времени, даты, значения параметра в цифровой форме в каждой просматриваемой точке.

5. Число точек регистрации по каждому каналу 245 760 (1 024 блока (полных экрана графиков изменений текущих значений параметра) по 240 точек регистрации).
6. Регистраторы обеспечивают сигнализацию достижения каждым измеряемым параметром значений уставок, ведение и просмотр журнала срабатываний уставок (время и дата срабатывания уставки), управление групповой сигнализацией.
7. Число уставок для каждого канала – две, выходная цепь сигнализации уставок – “сухой контакт” реле.
8. Групповая сигнализация предназначена для упрощения монтажа цепей сигнализации. Групповая сигнализация осуществляется по цепям сигнализации уставок любого канала по выбору.
9. Коммутационная способность реле цепей сигнализации 250 В/1 А, максимальная коммутируемая мощность 125 В·А переменного тока, 60 Вт постоянного тока.
10. Регистраторы обеспечивают сохранение данных при отключении питания с возможностью контроля времени выключенного состояния.
11. Регистраторы обеспечивают обмен информацией через интерфейс RS485 по протоколу БПД-4 и MODBUS-RTU.
12. Адресное пространство протокола MODBUS-RTU приведено в приложении Б.
13. Регистраторы обеспечивают перенос информации на персональный компьютер при помощи блока переноса данных БПД-4М ААЛУ.426441.001 (поставляется по отдельному заказу).
14. Порядок работы регистраторов с БПД-4М изложен в ААЛУ.426441.001 ПС
15. Скорость передачи данных при обмене информацией через интерфейс RS485 9 600 или 38 400 бод.
16. Диапазоны изменения входного сигнала, диапазоны измерений текущего значения параметра в цифровой форме, номинальная цена единицы наименьшего разряда показывающего устройства для сигналов первичных преобразователей типа ТП и ТС соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Тип первичного преобразователя	Условное обозначение НСХ	Диапазон изменения входного сигнала		Диапазон измерений в цифровой форме, °C	
		от	до	от	до
ТВР	ВР(А)-1	0 мВ	33,647 мВ	0	2 500
	ВР(А)-2	0 мВ	27,231 мВ	0	1 800
	ВР(А)-3	0 мВ	26,772 мВ	0	1 800
ТПР	ПР(В)	0,787 мВ	13,591 мВ	400	1 800
ТПП	ПП(С)	0 мВ	17,947 мВ	0	1 700
	ПП(Р)	0 мВ	20,222 мВ	0	1 700
ТХА	ХА(К)	-5,891 мВ	52,410 мВ	-200	1 300
ТХК	ХК(Л)	-9,488 мВ	66,442 мВ	-200,0	800,0
	ХК(Е)	-8,825 мВ	61,017 мВ	-200,0	800,0
ТМК	МК(М)	-6,151 мВ	4,725 мВ	-200,0	100,0
	МК(Т)	-5,603 мВ	20,872 мВ	-200,0	400,0
ТЖК	ЖК(Ј)	-7,890 мВ	57,953 мВ	-200	1 000
ТНН	НН(Н)	-3,990 мВ	47,513 мВ	-200	1 300
ТСС	СС(І)	0 мВ	33,380 мВ	0,0	800,0
ТСП W ₁₀₀ = 1,3910	100П	17,31 Ом	438,30 Ом	-200	1 000
	50П	8,655 Ом	219,15 Ом	-200	1 000
	гр.21	7,95 Ом	153,30 Ом	-200,0	650,0
ТСП W ₁₀₀ = 1,3850	Pt100	18,52 Ом	390,48 Ом	-200,0	850,0
ТСМ W ₁₀₀ = 1,4280	100М	12,17 Ом	185,55 Ом	-200,0	200,0
	50М	6,08 Ом	92,79 Ом	-200,0	200,0
	гр.23	41,71 Ом	93,64 Ом	-50,0	180,0
ТСН W ₁₀₀ = 1,6170	100Н	69,45 Ом	223,21 Ом	-60,0	180,0

Примечание. Если диапазон измерений в цифровой форме превышает 1 000, то номинальная цена единицы наименьшего разряда равна 1, в остальных случаях – 0,1.

Диапазоны изменения входного сигнала, диапазоны измерений текущего значения параметра в цифровой форме, номинальная цена единицы наименьшего разряда показывающего устройства для входных сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Диапазон изменения входного сигнала постоянного тока и напряжения постоянного тока	Диапазон измерений в цифровой форме		Номинальная цена единицы наименьшего разряда
	от	до	
от 0 мА до 5 мА,	-2,000	9,999	0,001
от 0 мА до 20 мА	-20,00	99,99	0,01
от 4 мА до 20 мА,	-200,0	999,9	0,1
от 0 мВ до 100 мВ	-2 000	9 999	1

1.2.8 Нижнее и верхнее значение диапазона измерений в цифровой форме, устанавливаемые для каждого канала, могут быть любыми в диапазоне измерений в цифровой форме по таблицам 1.1 и 1.2

Диапазон уставок соответствует диапазону измерений в цифровой форме.

1.2.9 Номинальная статическая характеристика преобразования сигналов ТП имеет вид:

$$Y_{TP} = f_1(e), \quad (1.1)$$

где Y_{TP} – результат измерений, представленный в цифровой форме по таблице 1.1, °C;

e – термоэлектродвижущая сила ТП, мВ;

$f_1(e)$ – функция, обратная функции $e = f(T)$, заданной НСХ ТП соответствующего типа по ДСТУ 2837-94 (ГОСТ 3044-94).

Номинальная статическая характеристика преобразования сигналов ТС имеет вид:

$$Y_{TC} = f_2(R), \quad (1.2)$$

где Y_{TC} – результат измерений, представленный в цифровой форме по таблице 1.1, °C;

R – сопротивление ТС, Ом;

$f_2(R)$ – функция, обратная функции $R = f(T)$, заданной НСХ ТС соответствующего типа по ДСТУ 2858-94 (ГОСТ 6651-94).

Номинальная статическая характеристика преобразования входного сигнала постоянного тока и напряжения постоянного тока в результате преобразования в цифровой форме линейная или линейная до точки перегиба и нелинейная (извлечение квадратного корня) после точки перегиба.

Линейная НСХ имеет вид:

$$Y_i = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \times (I - I_{\min}) + N_{\min}, \quad (1.3)$$

где Y_i – текущее значение параметра в цифровой форме;

N_{\min} , N_{\max} – устанавливаемые пользователем в единицах наименьшего разряда нижнее и верхнее значение диапазона измерений текущего значения в диапазоне измерений в цифровой форме по таблице 1.2 (например, для диапазонов измерений текущего значения от минус 10,00 до плюс 20,00 и от минус 100,0 до плюс 200,0 значение $N_{\min} = -1000$, $N_{\max} = 2000$);

I_{\min} , I_{\max} – нижнее и верхнее значение диапазона изменения входного сигнала постоянного тока в диапазонах, приведенных в таблице 1.2, мА;

I – значение входного сигнала постоянного тока, мА.

Нелинейная (извлечение квадратного корня) НСХ имеет вид:

$$Y_i = \frac{N_{\max} - N_{\min}}{\sqrt{I_{\max} - I_{\min}}} \times \sqrt{I - I_{\min}} + N_{\min} \quad (1.4)$$

Нелинейная НСХ линейная вначале, до точки перегиба, и нелинейная, соответствующей виду (1.4), после точки перегиба.

Точка перегиба устанавливается в диапазоне от 0 % до 5 % диапазона измерений в цифровой форме с шагом 0,1 %.

1.2.10 Период регистрации текущего значения параметра от 1 секунды до 60 секунд с шагом 1 секунда.

1.2.11 Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности результата измерений в цифровой форме Δ_1 при измерении сигналов ТП соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.3.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности результата измерений в цифровой форме Δ_2 при измерении сигналов ТС соответствуют значениям, приведенным в таблице 1.3.

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений текущего значения параметра в цифровой форме при измерении сигналов постоянного тока γ_1 и сигналов напряжения постоянного тока γ_2 в процентах диапазона измерений в цифровой форме по таблице 1.2 определяются по формуле:

$$\gamma_{1,2} = \pm \left(0,25 + \frac{100}{N_{\max} - N_{\min}} \right) \quad (1.5)$$

Примечание 1. Коэффициент $100/(N_{\max} - N_{\min})$ определяет одну единицу наименьшего разряда, выраженную в процентах от установленного для каждого канала диапазона измерений в цифровой форме.

Примечание 2. Для регистраторов с нелинейной НСХ погрешность на линейном участке НСХ не нормируется.

Тип первичного преобразователя	Условное обозначение НСХ	Диапазон измерений в цифровой форме, °С		Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности, °С
		от	до	
ТВР	ВР(А)-1, ВР(А)-2, ВР(А)-3	0 свыше 1 000	1 000 1 800	$\pm 2,0$ $\pm 3,0$
	ВР(А)-1	свыше 1 800	2 500	$\pm 5,0$
ТПР	ПР(В)	400 свыше 700	700 1 800	$\pm 5,0$ $\pm 2,0$
ТПП	ПП(С), ПП(Р)	0 свыше 400	400 1 700	$\pm 5,0$ $\pm 2,0$
ТХА	ХА(К)	-200 свыше -100 свыше 600	-100 600 1 300	$\pm 2,5$ $\pm 1,0$ $\pm 3,0$
ТХК	ХК(Л), ХК(Е)	-200 свыше -100 свыше 500	-100 500 800	$\pm 1,5$ $\pm 0,8$ $\pm 1,0$
ТМК	МК(М), МК(Т)	-200 свыше -100	-100 100	$\pm 1,5$ $\pm 1,0$
	МК(Т)	свыше 100	400	$\pm 0,8$
ТЖК	ЖК(Ј)	-200 свыше -100 свыше 500	-100 500 1 000	$\pm 2,0$ $\pm 0,8$ $\pm 2,0$
ТНН	НН(Н)	-200 свыше -100 свыше 600	-100 600 1 300	$\pm 2,5$ $\pm 1,0$ $\pm 3,0$
ТСС	СС(І)	0 свыше 100 свыше 500	100 500 800	$\pm 1,5$ $\pm 0,8$ $\pm 1,0$
ТСП $W_{100}=1,3910$	100П	-200 свыше 600	600 1 000	$\pm 0,5$ $\pm 1,0$
	50П	-200 свыше 600	600 1 000	$\pm 0,8$ $\pm 1,0$
	гр. 21	-200 свыше 200	200 650	$\pm 0,8$ $\pm 1,0$
ТСП $W_{100}=1,3850$	Pt100	-200 свыше 600	600 850	$\pm 0,5$ $\pm 0,8$
ТСМ	100М, 50М	-200	200	$\pm 0,8$
	гр. 23	-50	180	$\pm 0,8$
ТСН	100Н	-60	180	$\pm 0,5$

1. Значения основной погрешности регистраторов не превышают $0,8\Delta 1$, $0,8\Delta 2$, $0,8\gamma 1$, $0,8\gamma 2$ при выпуске регистраторов из производства и ремонта и $\Delta 1$, $\Delta 2$, $\gamma 1$, $\gamma 2$ для регистраторов, находящихся в эксплуатации.

2. Регистраторы соответствуют требованиям 1.2.11 при соблюдении условий:

- температура окружающего воздуха должна быть $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ при относительной влажности до 80 %;
- электрическое питание от сети переменного тока напряжением $(220,0 \pm 4,4) \text{ В}$, частотой $(50 \pm 1) \text{ Гц}$;
- синусоидальная вибрация с частотой от 10 Гц до 55 Гц и амплитудой смещения 0,15 мм;
- постоянные магнитные поля и (или) переменные поля сетевой частоты с напряженностью до 400 А/м.

3. Регистраторы имеют искробезопасные входные цепи с видом взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, выполнены в соответствии с ГОСТ 22782.5, имеют маркировку взрывозащиты “Exia IIC” и предназначены для установки вне взрывоопасных зон помещений.

4. Допустимые параметры искробезопасных цепей регистраторов: индуктивность $L_{\text{доп}}$ равна 1 мГн; емкость $C_{\text{доп}}$ равна 0,4 мкФ, напряжение холостого хода $U_{\text{хх}}$ не более 13 В; ток короткого замыкания $I_{\text{кз}}$ не более 45 мА.
5. 1.2.14 При работе с ТП обеспечивается автоматическая компенсация термоэдс свободных концов в диапазоне от 5 °С до 50 °С. Соединение ТП с регистраторами осуществляется термоэлектродными проводами.
6. 1.2.15 Соединение ТС с регистраторами осуществляется трехпроводной линии связи с сопротивлением каждого провода не более 10 Ом.
7. 1.2.16 Пределы допускаемой погрешности срабатывания сигнализации уставок в процентах диапазона измерений в цифровой форме равны пределам допускаемой основной погрешности.
8. 1.2.17 Пределы допускаемой абсолютной погрешности ведения времени в регистраторах по внутреннему таймеру равны: $\Delta t = \pm 1$ секунда в час.
9. 1.2.18 Пределы допускаемой дополнительной погрешности регистраторов, вызванной изменением температуры свободных концов ТП во всем диапазоне рабочих температур, равны пределам допускаемой основной погрешности по 1.2.11.
10. 1.2.19 Пределы допускаемой дополнительной погрешности регистраторов, вызванной одновременным изменением сопротивления линии связи регистраторов с ТС на ± 10 % установленного значения по 1.2.15, равны 0,5 пределов допускаемой основной погрешности по 1.2.11.
11. 1.2.20 Пределы допускаемой дополнительной погрешности регистраторов, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые 10 °С изменения температуры, равны пределам допускаемой основной погрешности.
12. 1.2.21 Пределы допускаемой дополнительной погрешности регистраторов, вызванной отклонением напряжения питания от номинального в пределах, установленных в 1.2.23, равны пределам допускаемой основной погрешности.
13. 1.2.22 Пределы допускаемой дополнительной погрешности регистраторов, вызванной воздействием постоянных магнитных полей и (или) переменных полей сетевой частоты напряженностью до 400 А/м, равны пределам допускаемой основной погрешности.
14. 1.2.23 Электрическое питание регистраторов от сети переменного тока напряжением (220 +22) В, частотой (50 ± 1) Гц.
15. 1.2.24 Потребляемая мощность регистраторов не более 25 В·А.
16. 1.2.25 Габаритные размеры регистраторов не более 205 мм × 155 мм × 250 мм.
17. 1.2.26 Масса регистраторов не более 3,5 кг.
18. 1.2.27 По защищенности от доступа к опасным частям и от попадания внешних твердых предметов и воды регистраторы имеют степень защиты IP20 по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89).
19. Степень защиты лицевой панели IP54 по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89).
20. 1.2.28 Средняя наработка на отказ не менее 50 000 ч.
21. 1.2.29 Полный средний срок службы не менее 12 лет.

1.3. Состав регистраторов

2. Конструктивно регистраторы состоят из одного блока, предназначенного для щитового монтажа.
3. Регистраторы выполнены в металлических корпусах, внутри которых размещены элементы электронной схемы, расположенные на печатных платах.
4. На передней панели корпуса расположены ЖК-дисплей, кнопки управления и разъем для подключения блока переноса данных БПД, закрытый крышкой.
5. На задней панели расположены винт заземления, разъемы для подключения входных цепей, цепей сигнализации, цепей интерфейса RS485, цепей питания, разъем для установки перемычки “БЛК.”, разъем для установки перемычки “КОМПЕНСАЦИЯ.” и разъем для калибровки регистраторов.
6. Разъемы для подключения входных цепей вынесены за пределы корпуса и закрыты крышкой для обеспечения работы цепи автоматической компенсации термоздс свободных концов (образуют пассивный термостат).
7. Рядом с разъемами для подключения входных цепей регистраторов расположена надпись: “Іскробезпечні кола”; “ЕхіаІІС”, $L_{доп.} = 1 \text{ мГн}$; $C_{доп.} = 0,4 \text{ мкФ}$, $U_{х.х.} \leq 13 \text{ В}$, $I_{к.з.} \leq 45 \text{ мА}$ ”.

8. 1.3.3 Также имеется комплект монтажный ААЛУ.411911.007 в составе:

- трубка ААЛУ.301533.002 – 2 шт.;
- клеммник ААЛУ.434437.001-01 (розетка MSTB 2,5/2-ST-5,08) – 1 шт., для подключения цепи питания;
- клеммник ААЛУ.434437.011 (розетка MC 1,5/4-ST-3,81) – 6 шт., для подключения цепей сигнализации;
- клеммник ААЛУ.434437.012-04 (розетка MC 1,5/2-ST-3,81 с перемычкой между контактами 1 и 2) – 1 шт., для установки в вилку “БЛК”;
- клеммник ААЛУ.434437.013-01 (розетка MSTB 2,5/3-ST-5,08) – 6 шт., для подключения входных цепей;
- клеммник ААЛУ.434437.013-02 (розетка MSTB 2,5/3-ST-5,08 с перемычкой между контактами 1 и 2) – 1 шт., для установки в вилку “КОМПЕНСАЦИЯ”;
- клеммник ААЛУ.434437.023 (розетка MC 1,5/2-ST-3,81) – 1 шт., для подключения блока переноса данных БПД;
- клеммник ААЛУ.434437.023-01 (розетка MC 1,5/2-ST-3,81) – 1 шт., для подключения цепей интерфейса RS485;
- диод КД522Б дРЗ.362.029 ТУ – 6 шт.

Устройство и работа

1. 1.4.1 Принцип действия регистраторов основан на преобразовании сигналов термоэлектродвижущей силы ТП, сопротивления ТС, сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока в показания на ЖК-дисплее и сохранения результатов преобразования в энергонезависимой памяти.
2. 1.4.2 Структурная схема регистраторов приведена на рисунке 1.2.
3. 1.4.3 Схема регистраторов работает следующим образом.

Микропроцессор в соответствии с выбранным циклом опроса (примерно по 250 мс на один канал) при помощи шести реле подключает к АЦП входные сигналы поочередно со всех шести входов. Одновременно со сменой реле микропроцессор управляет ключами К1 – К4, устанавливая их в соответствии с выбранным видом входного сигнала для данного канала.

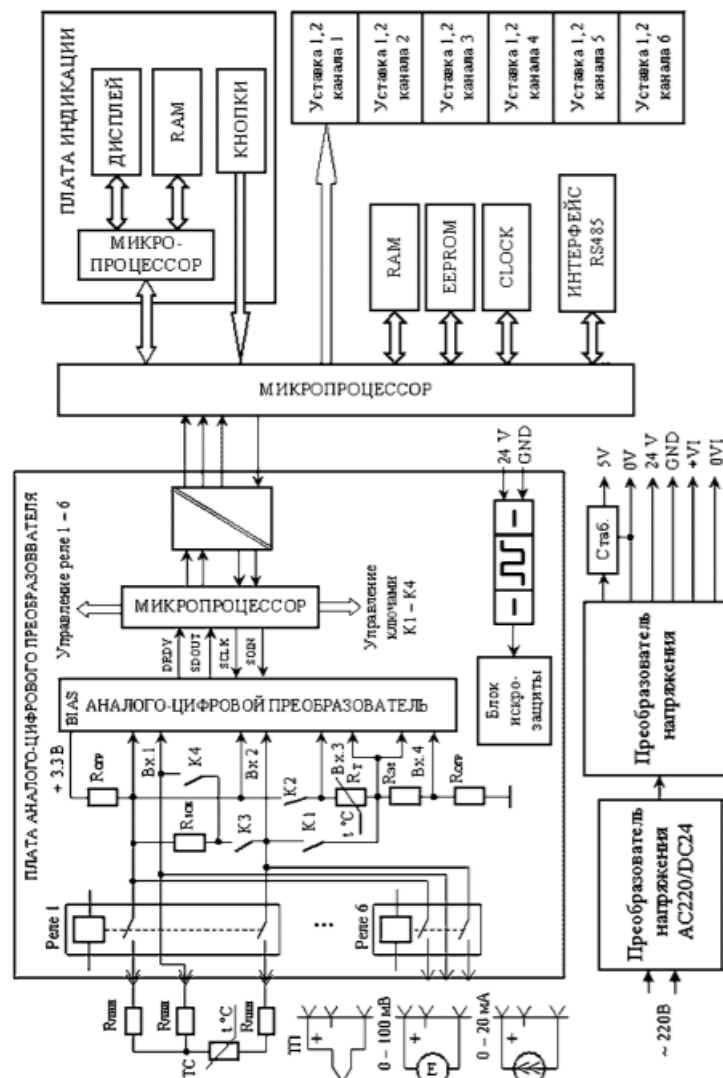


Рисунок 1.2 – Структурная схема регистраторов

При помощи ключей осуществляется переключение цепей протекания измерительного тока через элементы схемы. АЦП при помощи встроенного коммутатора поочередно производит измерение напряжений в различных точках схемы в зависимости от выбранного вида входного сигнала.

Для сигналов ТС ключ К1 замкнут, ключи К2 – К4 разомкнуты, через ТС и линию связи течет измерительный ток. АЦП измеряет по входу 1 падение напряжения на линии связи с ТС, по входу 2 – суммарное падение напряжения на линии связи и на ТС, по входу 4 – падение напряжения на эталонном резисторе $R_{эт}$.

Для сигналов ТП ключ К2 замкнут, ключи К1, К3 и К4 разомкнуты, АЦП измеряет по входу 2 выходное напряжение ТП, по входу 3 – падение напряжения на встроенном элементе чувствительном платиновом R_t , по входу 4 – падение напряжения на эталонном резисторе $R_{эт}$.

В конце цикла измерений сигналов ТП происходит переключение ключей К1 и К2 в противоположное состояние, во входную цепь подается измерительный ток и происходит “прожиг” контактов реле (через контакты реле пропускается небольшой ток для предотвращения

образования пленки окислов на контактах реле, препятствующей коммутации сигналов низкого уровня).

В это время проверяется цепь ТП на обрыв.

Для сигналов постоянного тока ключи К2 – К4 замкнуты, ключ К1 разомкнут, АЦП измеряет по входу 1 падение напряжения от входного тока на Rток.

Для сигналов постоянного напряжения ключ К2 замкнут, ключи К1, К3 и К4 разомкнуты, АЦП измеряет по входу 2 входное напряжение.

Данные измерений поступают в первый микропроцессор, который производит функциональное преобразование (учитывая нелинейность первичных преобразователей) полученных данных и передает результат преобразования через магнитоизоляторы второму микропроцессору.

Второй микропроцессор, используя информацию об измеряемых параметрах, подготовленную первым микропроцессором, передаёт на плату индикации данные в виде графиков, столбчатых диаграмм или текущих значений в цифровой форме, с одновременной записью в энергонезависимую память для последующего просмотра архива.

Микропроцессор платы индикации, получая информацию от второго микропроцессора, управляет работой ЖК-дисплея.

Для определения времени регистрации служат часы реального времени, питающиеся от литиевой батарейки.

Второй микропроцессор также управляет обменом данных по интерфейсу RS485.

В случае выхода технологического параметра за границы, установленные пользователем, включается реле с соответствующей световой сигнализацией на ЖКдисплее, и ведётся журнал срабатываний уставок.

Питание схемы осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В.

Выпрямленное после преобразователя напряжения сети напряжение уровня 24 В подается на преобразователь напряжения, формирующий напряжения для питания схемы.

Для питания искробезопасных цепей установлен барьер искробезопасности.

1.5. Маркирование и пломбирование

На одной табличке с надписями из пленки самоклеющейся ORACAL, серия 641, расположенной на задней панели регистраторов, нанесены:

- знак для товаров и услуг предприятия-изготовителя;
- условное обозначение регистратора;
- порядковый номер регистратора по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год выпуска;
- степень защиты по ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89).
- значение испытательного напряжения цепей регистратора (указывается цифрой, расположенной внутри маркировочной звездочки и обозначающей значение испытательного напряжения в киловольтах (символ С-2 по ГОСТ 23217-78));
- параметры питания, потребляемая мощность;

- знак утверждения типа;
- номер технических условий;
- надпись “Виготовлено в Україні”.

На другой табличке с надписями из пленки самоклеющейся ORACAL, серия 641 регистраторов нанесена надпись “Іскробезпечні кола”; “ЕхІаІІС”, $L_{доп.} = 1 \text{ мГн}$; $C_{доп.} = 0,4 \text{ мкФ}$, $U_{х.х.} \leq 13 \text{ В}$, $I_{к.з.} \leq 45 \text{ мА}$ ”.

На индивидуальной упаковке указаны:

- условное обозначение регистратора;
- знак для товаров и услуг предприятия-изготовителя.

Маркировка транспортной тары соответствует ГОСТ 14192-77, чертежам предприятия-изготовителя и содержит основные, дополнительные, информационные надписи и манипуляционные знаки: № 1 – “Хрупкое. Осторожно”, № 3 – “Беречь от влаги”, № 11 – “Верх”.

Регистраторы опломбируются в соответствии с чертежом ААЛУ.411131.003-01 СБ.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные ограничения

2.1.1 Регистраторы устанавливают только вне взрывоопасных зон помещений.

2.1.2 Регистраторы не должны подвергаться однократным перегрузкам по входному сигналу, превышающим на 25 % верхнее значение диапазона изменения входного сигнала.

2.2 Подготовка регистраторов к использованию

Для использования настраивают регистраторы в соответствии с разделом 7 НАСТРОЙКА РЕГИСТРАТОРОВ.

2.3 Порядок работы

После включения на ЖК-дисплее регистраторов кратковременно отображается номер версии программного обеспечения, название регистратора, логотип предприятия-изготовителя. Затем регистраторы включаются в режим, выбранный перед последним отключением питания.

2.3.1 Режимы отображения текущих значений параметров

2.3.1.1 Виды отображения текущих значений параметров

Текущие значения измеряемых параметров в цифровой форме на ЖК-дисплее регистраторов могут отображаться в виде:

- графиков последних 190 точек регистрации;
- цифровых значений цифрами увеличенного размера;
- столбчатых диаграмм.

Во всех режимах отображения текущих значений параметров возможен вывод на ЖК-дисплей регистраторов вместо текущих значений измеряемых параметров следующих сообщений:

ОБРЫВ – обрыв цепи первичного преобразователя ТП или ТС (для ТП в режиме работы без “прожига” контактов реле обрыв цепи не проверяется);

ОШ.Н. – температура, измеряемая первичным преобразователем ТП или ТС, ниже минимально допустимой для данного типа первичного преобразователя;

ОШ.В. – температура, измеряемая первичным преобразователем ТП или ТС, выше максимально допустимой для данного типа первичного преобразователя;

ОШ.К. – температура, измеряемая цепью автоматической компенсации термоэДС свободных концов, выходит за пределы рабочего диапазона;

– не выбран тип первичного преобразователя или вид входного сигнала.

2.3.1.2 Режим отображения графиков

На ЖК-дисплее регистраторов отображаются графики 190 последних точек регистрации текущих значений параметров каналов, выбранных для отображения в пункте ИНДИКАЦИЯ основного меню.

Графики отображаются в процентах диапазона измерений текущего значения в цифровой форме.

Цвет отображения графиков соответствует цвету отображения текущих значений параметров.

Графики сдвигаются вниз со скоростью, выбранной в пункте СКОРОСТЬ Р. основного меню.

Для перехода из режима отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера или из режима отображения столбчатых диаграмм в режим отображения графиков временно нажимают кнопку “ ”.

Возможный вид экрана регистраторов в режиме отображения графиков 1, 2, 3, 5 и 6 каналов приведен на рисунке 2.1.

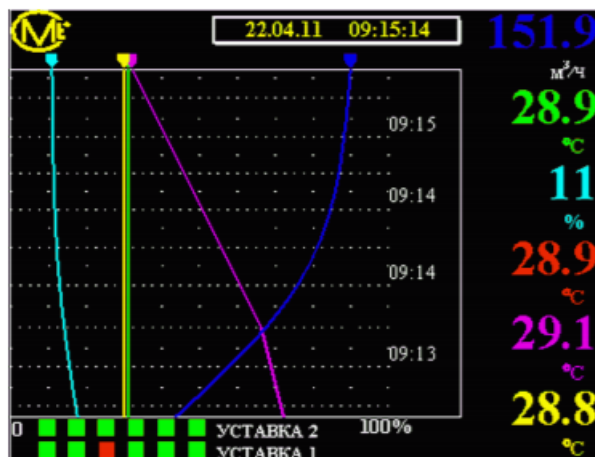


Рисунок 2.1 – Возможный вид экрана регистраторов в режиме отображения графиков 1, 2, 3, 5 и 6 каналов


2.3.1.2.1 В режиме отображения графиков на ЖК-дисплее регистраторов отображаются следующие данные:

– логотип предприятия-изготовителя;


– текущие дата и время;


– графики изменения параметров каналов, выбранных для отображения в пункте ИНДИКАЦИЯ основного меню;

- текущие значения параметров в цифровой форме и единицы измерений для всех каналов (первый канал вверху);
- символическое обозначение состояния сигнализации уставки 2 каждого канала (квадрат зелёного цвета – выключена, красного цвета – включена) и надпись УСТАВКА 2;
- символическое обозначение состояния сигнализации уставки 1 каждого канала (квадрат зелёного цвета – выключена, красного цвета – включена) и надпись УСТАВКА


2.3.1.2.2 Для перехода в режим отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера или в режим отображения столбчатых диаграмм кратковременно нажимают кнопку “”.


Регистраторы переходят в режим отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера или в режим отображения столбчатых диаграмм (в зависимости от режима отображения перед последним отключением питания).


2.3.1.2.3 Для перехода в режим просмотра архива изменения параметров, начинающегося с текущей точки регистрации нажимают кнопку “”.

2.3.1.2.4 Для перехода в режим просмотра любого блока архива нажимают кнопку “”.

2.3.1.3 Режим отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера

Для перехода из режима отображения графиков в режим отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера кратковременно нажимают кнопку “”.

Если регистраторы перешли в режим отображения столбчатых диаграмм (в зависимости от режима отображения перед последним отключением питания), нажимают кнопку “”.

Для возвращения в режим отображения графиков кратковременно нажимают кнопку “”.

Возможный вид экрана регистраторов в режиме отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера приведен на рисунке 2.2.

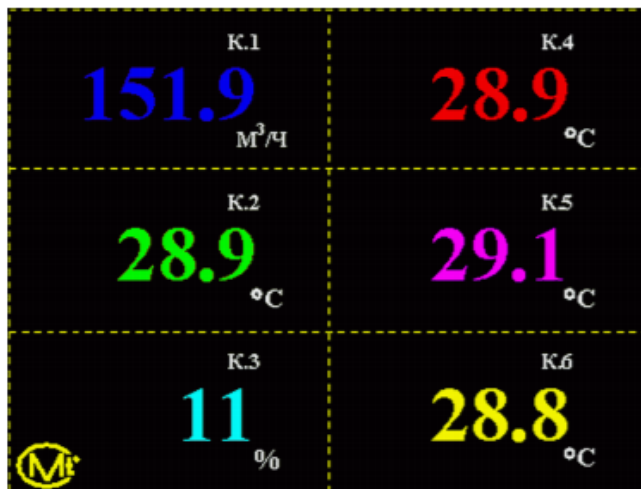


Рисунок 2.2 – Возможный вид экрана регистраторов в режиме отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера

2.3.1.3.1 В режиме отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера на ЖК-дисплее регистраторов отображаются следующие данные для всех каналов:

- номер канала;
- текущее значение параметра в цифровой форме;
- единица измерений;
- логотип предприятия-изготовителя.

Цвет отображения текущих значений параметров в цифровой форме в режиме отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера соответствует цвету отображения графиков в режиме отображения графиков.

2.3.1.3.2 Для перехода в режим отображения столбчатых диаграмм нажимают кнопку “←”.

Для возвращения в режим отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера нажимают кнопку “←”.

2.3.1.4 Режим отображения столбчатых диаграмм

Для перехода из режима отображения графиков в режим отображения столбчатых диаграмм кратковременно нажимают кнопку “←”.

Если регистраторы перешли в режим отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера (в зависимости от режима отображения перед последним отключением питания), нажимают кнопку “←”.

Для возвращения в режим отображения графиков кратковременно нажимают кнопку “←”.

Столбчатые диаграммы вертикальные.

Возможный вид экрана регистраторов в режиме отображения столбчатых диаграмм приведен на рисунке 2.3.

2.3.1.4.1 В режиме отображения столбчатых диаграмм на ЖК-дисплее регистраторов отображаются следующие данные для всех каналов:

- номер канала;
- текущее значение параметра в виде столбчатой диаграммы;
- текущее значение параметра в цифровой форме;
- единица измерений.

Текущее значение параметра в виде столбчатой диаграммы и текущее значение параметра в цифровой форме одного канала отображаются одним цветом. Цвет отображения текущих значений параметров в виде столбчатых диаграмм и текущих значений параметров в цифровой форме в режиме отображения столбчатых диаграмм соответствует цвету отображения графиков в режиме отображения графиков.

2.3.1.4.2 Для перехода в режим отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера нажимают кнопку “←”.

Для возвращения в режим отображения столбчатых диаграмм для всех каналов нажимают кнопку “←”.

2.3.2 Просмотр журнала срабатывания уставок

В журнале срабатывания уставок фиксируются дата и время включения и выключения уставок раздельно по каждому каналу.

Во время просмотра журнала срабатывания уставок регистрация текущих значений параметров продолжается.

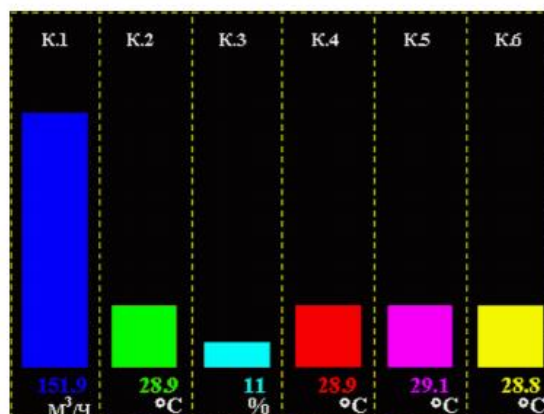


Рисунок 2.3 – Возможный вид экрана регистраторов в режиме отображения столбчатых диаграмм

2.3.2.1 В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “←” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 2.4).

В основном меню регистраторов выбирается пункт ВЫХОД.

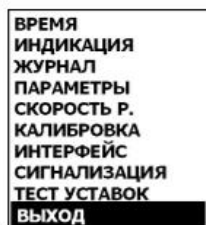


Рисунок 2.4 – Основное меню регистраторов с выбранным пунктом ВЫХОД

2.3.2.2 Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ЖУРНАЛ основного меню и нажимают кнопку “←”.

На ЖК-дисплее отображается журнал срабатывания уставок.

Возможный вид журнала срабатывания уставок приведен на рисунке 2.5.

11.04.11	09:29:33	✓✓.✓✓.✓✓	✓✓:✓✓:✓✓
11.04.11	09:28:32	11.04.11	09:28:34
11.04.11	09:27:32	11.04.11	09:27:34
11.04.11	09:26:32	11.04.11	09:26:34
10.04.11	22:26:11	11.04.11	02:32:24
10.04.11	21:25:32	10.04.11	21:36:34
10.04.11	20:33:30	10.04.11	20:33:32
10.04.11	20:31:33	10.04.11	20:41:31
10.04.11	19:30:02	10.04.11	19:40:00
10.04.11	08:26:01	10.04.11	08:26:31
10.04.11	07:51:00	10.04.11	08:11:20
10.04.11	07:42:11	10.04.11	08:53:11
10.04.11	07:34:32	10.04.11	08:45:02
10.04.11	07:25:50	10.04.11	08:36:30
10.04.11	03:06:51	10.04.11	03:07:00
10.04.11	02:07:52	10.04.11	02:07:54
10.04.11	01:08:43	10.04.11	02:07:44
09.04.11	18:32:35	09.04.11	18:34:34
09.04.11	03:41:21	09.04.11	03:42:31
09.04.11	02:30:12	09.04.11	02:34:32
КАНАЛ 1			

Рисунок 2.5 – Возможный вид журнала срабатывания уставок регистраторов

На рисунке 2.5 отображаются:

- слева дата и время включения уставок;
- справа дата и время отключения уставок (если в верхней строке вместо даты и времени отключения уставки отображается “✓✓.✓✓.✓✓ ✓✓:✓✓:✓✓” – уставка включилась и ещё не выключилась);
- надпись КАНАЛ и номер канала – 1.

При каждом срабатывании уставки данные о предыдущих срабатываниях сдвигаются вниз до заполнения страницы.

В журнале срабатывания уставок может храниться до 20 последних срабатываний уставок (уставки 1 и уставки 2) по каждому каналу.

2.3.2.3 Для выбора журнала уставок другого канала кнопками “←” и “→” выбирают канал для просмотра журнала срабатывания уставок.

2.3.2.4 Для выхода из просмотра журнала срабатывания уставок временно нажимают кнопку “↵”.

2.3.3 Просмотр архива изменения параметров

Архив изменения параметров состоит из блоков (полных экранов графиков изменений текущих значений параметра) по 240 точек регистрации. Максимальное число блоков архива – 1 024 (245 760 точки регистрации). Заполнение архива происходит по кольцу.

Во время просмотра архива значений параметров регистрация текущих значений параметров продолжается.

2.3.3.1 Выбор блока архива для просмотра

2.3.3.1.1 В режиме отображения графиков нажимают кнопку “↑”.

Отображение графиков приостанавливается, а на ЖК-дисплее, на фоне графиков, отображается горизонтальная шкала, показывающая глубину архива.

Текущие дата и время заменяются на дату и время начала регистрации текущего блока архива;

2.3.3.1.2 Для перемещения по архиву для выбора блока архива, который необходимо просмотреть, нажимают кнопки “←” и “→”.

При перемещении по архиву в окне изменяются дата и время начала регистрации блока архива, а длина горизонтальной шкалы, показывающей глубину архива, увеличивается при приближении к началу архивирования и уменьшается при приближении к текущему времени.

Выбирают блок архива, который необходимо просмотреть, ориентируясь по дате и времени начала регистрации, и нажимают кнопку “↵”.

Для быстрого перехода из режима отображения графиков в режим просмотра текущего блока архива нажимают кнопку “↓”.

2.3.3.2 Просмотр блока архива

2.3.3.2.1 На ЖК-дисплее отображается выбранный блок архива и маркер в виде пунктирной горизонтальной линии.

Маркер устанавливается посередине блока архива (при просмотре текущего блока архива маркер устанавливается в конце заполненной части архива).

Отображение графиков, значений параметров и единиц измерений при просмотре блока архива осуществляется тем же цветом, как и в режиме отображения графиков.

Возможный вид экрана регистраторов при просмотре блока архива приведен на рисунке 2.6.

На рисунке 2.6 отображается:

- графики изменения параметров всех каналов;
- надпись “ПРОСМОТР”;
- время и дата начала регистрации выбранного блока архива – 11.08.16, 13:04:11;
- время регистрации значения параметра в точке, отмеченной маркером – 11.10.16;
- время окончания регистрации выбранного блока архива – 11.12;
- значения параметров в цифровой форме и единицы измерений для всех каналов (первый канал сверху) в точке, отмеченной маркером – 151.9 м³/ч, 28.9 °C, 11%, 28.9 °C, 29.1 °C, 28.8 °C.

2.3.3.2.2 Кнопками “↑” и “↓” перемещают маркер по выбранному блоку архива, а кнопками “←” и “→” переходят к предыдущему (следующему) блоку архива.

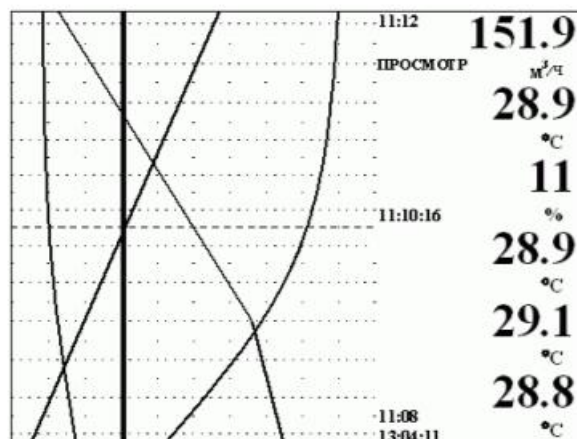


Рисунок 2.6 – Возможный вид экрана регистраторов при просмотре блока архива

Если вместо значения параметра отображается надпись “ВЫКЛ. ”, регистратор в это время был выключен; или в данном канале в момент регистрации не был выбран тип первичного преобразователя или вид входного сигнала; или температура, измеряемая первичным преобразователем ТП или ТС была ниже минимально допустимой или выше максимально допустимой для данного типа первичного преобразователя; или температура, измеряемая цепью автоматической компенсации термоздс свободных концов выходила за пределы рабочего диапазона.

Если вместо значения параметра отображается надпись “ОБР. ” – в момент регистрации был обрыв цепи первичного преобразователя ТП или ТС.

При перемещении маркера вперёд за пределы текущего времени регистрации, вместо надписи ПРОСМОТР появляется надпись “НЕТ ДАННЫХ”.

2.3.3.2.3 Для возвращения в режим отображения графиков кратковременно нажимают кнопку “←”.

2.3.4 Обмен информацией с БПД-4М

Для возможности обмена информацией с блоком переноса данных БПД-4М параметры обмена по интерфейсу RS485 регистраторов должны быть настроены, как указано в 7.4.

При настройке параметров обмена по интерфейсу RS485 выбирают протокол обмена БПД, скорость передачи данных 38 400, логический адрес регистратора при обмене информацией по интерфейсу RS485 от 1 до 250.

При обмене информацией с блоком переноса данных БПД-4М регистраторы должны быть отключены от сети интерфейса RS485.

Порядок работы регистраторов с БПД-4М изложен в ААЛУ.426441.001 ПС.

При работе регистраторов в режиме отображения графиков и в режиме отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера во время обмена информацией с блоком переноса данных БПД-4М на ЖК-дисплее регистраторов вместо логотипа предприятия-изготовителя отображается признак обмена – символическое изображение компьютера.

2.4 Проверка технического состояния регистраторов

Проверки производят при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности не более 80 %.

Средства измерительной техники, применяемые при проверке, должны быть поверены по ДСТУ 2708-99 или аттестованы по ДСТУ 3215-95.

Запрещается применение приборов, у которых истёк срок поверки или калибровки.

Корпуса регистраторов и корпуса приборов, применяемых для проверки, должны быть заземлены.

Перед проведением проверки исходные эталоны, средства измерительной техники и устройства прогревают в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

Все подключения средств измерительной техники и устройств осуществляют только с помощью комплектных шнуров.

При работе и измерениях, связанных с контролем малых уровней и приращений напряжений, соблюдать меры, обеспечивающие минимизацию термоконтактных ЭДС.

Собирают схемы проверки регистраторов в соответствии с рисунками 2.7 – 2.10. При сборке схем используют клеммники и диоды из комплекта монтажного ААЛУ.411911.007.

Включают и настраивают регистраторы в зависимости от вида проверки.

Допускается проверять регистраторы для разных сочетаний типов первичных преобразователей или видов входных сигналов по каждому каналу.

Допускается проводить проверку как одного канала регистраторов, так и нескольких каналов регистраторов одновременно.

При выполнении проверок следует помнить, что цикл измерений одного канала – до 1,5 секунды.

2.4.1 Проверка основной погрешности регистраторов

Перед проверкой выдерживают регистраторы во включенном состоянии не менее 30 минут.

2.4.1.1 Проверка регистраторов при измерении сигналов ТП

Проверку регистраторов при измерении значений параметров, заданных сигналами ТП производят по схеме в соответствии с рисунком 2.7.

Снимают перемычку между клеммами 1 и 2 клеммника ААЛУ.434437.013-02 (розетка MSTB 2,5/3-ST-5,08), установленного в вилку “КОМПЕНСАЦИЯ”.

Проверку регистраторов при измерении значений параметров, заданных сигналами ТП, проводят, отключив “прожиг” контактов реле.

Не рекомендуется использовать регистраторы без “прожига” контактов реле длительное время.

2.4.1.1.1 Отключение “прожига” контактов реле производится в пункте ПРОЖИГ меню КАЛИБРОВКА регистраторов.

Для разрешения доступа в меню КАЛИБРОВКА нажимают и удерживают кнопку “↵” и включают питание регистраторов.

После включения на ЖК-дисплее регистраторов временно отображается номер версии программного обеспечения, название регистратора и логотип предприятия-изготовителя.

Регистраторы включаются в режим отображения, выбранный перед последним отключением питания.

Отпускают кнопку “↵”.

Для перехода из режима отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера или из режима отображения столбчатой диаграммы в режим отображения графиков временно нажимают кнопку “↵”.

В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “↵” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 2.4)

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт КАЛИБРОВКА основного меню.

Нажимают и удерживают кнопку “↵” до отображения на ЖК-дисплее меню КАЛИБРОВКА (при попытке войти в меню КАЛИБРОВКА без разрешения доступа, на ЖК-дисплее отображается надпись “ЗАПРЕТ”).

В меню КАЛИБРОВКА выбирается пункт ВЫХОД.

Вид меню КАЛИБРОВКА с выбранным пунктом ВЫХОД приведен на рисунке 2.11.

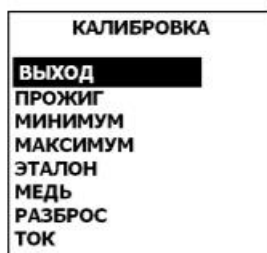


Рисунок 2.11 – Вид меню КАЛИБРОВКА с выбранным пунктом ВЫХОД

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ПРОЖИГ меню КАЛИБРОВКА и нажимают кнопку “↵”.

Меню КАЛИБРОВКА и основное меню закрываются.

Регистраторы работают без “прожига” контактов реле.

Отображение работы регистраторов без “прожига” контактов реле – надпись ПРОЖИГ в нижней части экрана регистраторов в режиме отображения графиков.

2.4.1.1.2 С помощью магазина сопротивления RP1 устанавливают значение сопротивления (с учетом сопротивления соединительных проводов), подключенного между клеммами 1 и 3 клеммника ААЛУ.434437.013-02 (розетка MSTB 2,5/3-ST-5,08, перемычку между контактами 1 и 2 снять), установленного в вилку “КОМ-

2.4.1.2 Проверка регистраторов при измерении сигналов ТС

Проверку регистраторов при измерении значений параметров, заданных сигналами ТП производят по схеме в соответствии с рисунком 2.8.

Соединительные провода должны иметь одинаковую длину и сечение.

2.4.1.2.1 Значения входного сигнала устанавливают с помощью магазинов сопротивления RP1 – RP6 в шести точках диапазона изменения входного сигнала, соответствующих 0, 20, 40, 60, 80, 100 % диапазона измерений температуры для контролируемой НСХ преобразования по ДСТУ 2837-94 (ГОСТ 3044-94).

Для регистраторов, работающих с ТС типов ТСП 100П, ТСМ 100М, Pt100, 100Н значения входного сигнала R_i в омах в точках диапазона изменения входного сигнала вычисляют по формуле:

$$R_{100} \text{ и } R_{Ti} = \times, (2.4)$$

где R_{Ti} – табличное значение отношения сопротивлений для контролируемой НСХ преобразования, соответствующее i -ой точке диапазона изменения входного сигнала, по ДСТУ 2858-94 (ГОСТ 6651-94).

Для регистраторов, работающих с ТС типов ТСП 50П, ТСМ 50М, значения входного сигнала R_i в омах в точках диапазона изменения входного сигнала вычисляют по формуле:

$$R_{50} \text{ и } R_{Ti} = \times (2.5)$$

Текущее значение параметра в цифровой форме считывают на ЖК-дисплее регистраторов.

2.4.1.2.2 Основную абсолютную погрешность регистраторов Δ_2 в градусах Цельсия определяют по формуле:

$$2 \text{ и } \rho \Delta' = A - A_p (2.6)$$

где A_i – текущее значение параметра в цифровой форме на ЖК-дисплее регистраторов, °C;

A_p – расчетное значение температуры, соответствующее 0, 20, 40, 60, 80, 100 % диапазона измерений температуры, °C.

$$2.4.1.2.3 \text{ Регистраторы настроены правильно, если } 2 \Delta_2' \leq \Delta, (2.7)$$

где Δ_2 – пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений сигналов ТС, °C, в соответствии с таблицей 1.3.

2.4.1.3 Проверка регистраторов при работе с сигналами постоянного тока

Проверку регистраторов при измерении значений параметров, заданных сигналами постоянного тока, производят по схеме в соответствии с рисунком 2.9.

2.4.1.3.1 Значения входного сигнала устанавливают с помощью калибраторов программируемых GA1 – GA6 в шести точках диапазона изменения входного сигнала, соответствующих 0, 20, 40, 60, 80, 100 % диапазона измерений в цифровой форме, контролируя входной ток по падению напряжения на катушках сопротивления RS1 – RS6 при помощи вольтметров PV1 – PV6.

Текущее значение параметра в цифровой форме считывают на ЖК-дисплее регистраторов.

2.4.1.3.2 Основную приведенную погрешность регистраторов γ_1' в процентах диапазона измерений в цифровой форме определяют по формуле:

$$\gamma_1' = \frac{A_i - A_p}{N_{\max} - N_{\min}} \times 100, (2.8)$$

где A_i – текущее значение параметра в цифровой форме;

A_p – расчетное значение параметра, соответствующее 0, 20, 40, 60, 80, 100 % диапазона измерений в цифровой форме;

N_{\min} , N_{\max} – устанавливаемые пользователем нижнее и верхнее значение диапазона измерений в диапазоне измерений в цифровой форме по таблице 1.2.

2.4.1.3.3 Регистраторы настроены правильно, если

$$\gamma_1' \leq \gamma_1, (2.9)$$

где γ_1 – пределы допускаемой основной приведенной погрешности результата измерений в цифровой форме при измерении сигналов постоянного тока.

2.4.1.4 Проверка регистраторов при работе с сигналами напряжения постоянного тока

Проверку регистраторов при работе с сигналами напряжения постоянного тока производят по схеме в соответствии с рисунком 2.10.

2.4.1.4.1 Значения входного сигнала устанавливают с помощью компараторов напряжений GB1 – GB6 в шести точках диапазона изменения входного сигнала, соответствующих 0, 20, 40, 60, 80, 100 % диапазона измерений в цифровой форме

Текущее значение параметра в цифровой форме считывают на ЖК-дисплее регистраторов.

2.4.1.4.2 Основную приведенную погрешность регистраторов γ_2' в процентах диапазона измерений в цифровой форме определяют по формуле:

$$\gamma_2' = \frac{A_i - A_p}{N_{\max} - N_{\min}} \times 100, (2.10)$$

где A_i – текущее значение параметра в цифровой форме;

A_p – расчетное значение параметра, соответствующее 0, 20, 40, 60, 80, 100 % диапазона измерений в цифровой форме;

N_{\min} , N_{\max} – устанавливаемые пользователем нижнее и верхнее значение диапазона измерений в диапазоне измерений в цифровой форме по таблице 1.2.

2.4.1.4.3 Регистраторы настроены правильно, если

$$\gamma_2' \leq \gamma_2, (2.11)$$

где γ_2 – пределы допускаемой основной приведенной погрешности результата измерений в цифровой форме при измерении сигналов напряжения постоянного тока.

2.4.2 Проверка функции сигнализации регистраторов

Проверку функции сигнализации проверяют при любом типе первичного преобразователя или виде входного сигнала по схемам на рисунках 2.7 – 2.10.

Устанавливают напряжение источника питания G1 равным 24 В, ограничение по току 200 мА.

Проверку функции сигнализации производят при установленных значениях параметров УСТАВКА 1 и УСТАВКА 2, равных соответственно 20 % и 80 % диапазона измерений в цифровой форме, соответствующие 20 и 80 % диапазона изменения входного сигнала.

2.4.2.1 При помощи компараторов напряжений GB1 – GB6 (рисунок 2.7 или 2.10) или магазинов сопротивления RP1 – RP6 (рисунок 2.8) или калибраторов программируемых GA1 – GA6 (рисунок 2.9) устанавливают значение входного сигнала, соответствующее 50 % диапазона измерений в цифровой форме (входной ток по рисунку 2.9 контролируют по падению напряжения на катушках сопротивления RS1 – RS6 при помощи вольтметров PV1 – PV6).

2.4.2.2 Плавно увеличивая (уменьшая) значение входного сигнала, добиваются срабатывания сигнализации (включения элементов сигнализации УСТ.2 (УСТ.1) соответствующего канала и включения соответствующих индикаторов единичных VD1 (VD2) (канал 1), VD3 (VD4) (канал 2), VD5 (VD6) (канал 3), VD7 (VD8) (канал 4), VD9 (VD10) (канал 5), VD11 (VD12) (канал 6). В момент срабатывания сигнализации фиксируют время включения (выключения) сигнализации.

2.4.2.3 В режиме просмотра журнала срабатываний уставок сравнивают зафиксированное время включения (выключения) сигнализации и запись в журнале срабатываний уставок.

2.4.2.4 Регистраторы настроены правильно, если время включения (выключения) сигнализации соответствует записи в журнале срабатываний уставок.

2.5 Возможные неисправности и способы их устранения

Возможные неисправности и способы их устранения указаны в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения и поиска неисправности
1. Отсутствует свечение ЖК-дисплея	Отсутствует напряжение питания	Проверьте и восстановите цепь питания
2. На ЖК-дисплей при работе с первичными преобразователями типа ТП выдается сообщение “ОШ.Н.”	1. Температура окружающей среды в месте установки регистраторов не соответствует условиям эксплуатации 2. Клеммник ААЛУ.434437.013-02 (розетка MSTB 2,5/3-ST-5,08 с перемычкой между контактами 1 и 2), не установлен в вилку “КОМПЕНСАЦИЯ” (или отсутствует перемычка между контактами 1 и 2).	Обеспечьте условия эксплуатации. Установите клеммник (перемычку)
3. Нестабильные результаты измерений сигналов первичных преобразователей типа ТС, входных сигналов постоянного тока и напряжения постоянного тока	Клеммник ААЛУ.434437.013-02 (розетка MSTB 2,5/3-ST-5,08 с перемычкой между контактами 1 и 2), не установлен в вилку “КОМПЕНСАЦИЯ” (или отсутствует перемычка между контактами 1 и 2).	Установите клеммник (перемычку)
4. Не измеряются или измеряются с большой погрешностью сигналы первичных преобразователей типа ТС по отдельным каналам	1 Неправильно проведена калибровка линии связи с первичными преобразователями типа ТС по отдельным каналам. 2 Случайное нарушение калибровки линий связи потребителем	Проведите калибровку линии связи с первичными преобразователями типа ТС в нужных каналах
5. Не измеряются или измеряются с большой погрешностью сигналы постоянного тока по отдельным каналам	Отсутствует, неправильно подключен или неисправен диод, включённый параллельно входу регистраторов (рисунок 2.9)	Установите исправный диод в правильной полярности
6. Нет связи по интерфейсу RS485	1 Неправильное подключение линий связи 2 Не установлены параметры интерфейса	Проверьте подключение линий А и В Установите параметры интерфейса

3 УКАЗАНИЕ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Регистраторы относятся к изделиям, условия эксплуатации которых не создают опасности и не влияют на санитарно-гигиенические условия труда работающих.

3.2 Обслуживание регистраторов должен проводить персонал, изучивший их устройство, принцип действия и правила монтажа, и имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже II в соответствии с “Правилами безопасной эксплуатации электроустановок потребителей” (ДНАОП 0.00-1.21-98).

3.3 По способу защиты человека от поражения электрическим током регистраторы соответствуют классу 1 по ГОСТ 12.2.007.0-75. При эксплуатации регистраторы должны быть заземлены. На корпусах регистраторов предусмотрен заземляющий винт, отмеченный знаком

заземления. Конструкция и маркировка заземляющего винта соответствуют требованиям ГОСТ 21130-75. Значение сопротивления между заземляющим винтом и каждой доступной прикосновению металлической нетоковедущей частью регистраторов, которая может оказаться под напряжением, не превышает 0,1 Ом по ГОСТ 12.2.007.0-75.

3.4 Электрическая изоляция электрических цепей регистраторов выдерживает в течение 1 мин при нормальных условиях действие испытательного напряжения переменного тока 1 500 В или 500 В (в зависимости от вида цепей) практически синусоидальной формы частотой от 45 Гц до 65 Гц по ГОСТ 12997-84.

3.5 Электрическое сопротивление изоляции электрических цепей регистраторов при нормальных условиях не менее 40 МОм по ГОСТ 12997-84, при верхнем значении температуры рабочих условий не менее 5 МОм.

3.6 Категорически запрещается производить электромонтажные и ремонтные работы при включенном напряжении питания.

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ

Взрывозащищенность регистраторов обеспечивается видом взрывозащиты “Искробезопасная электрическая цепь”, при этом искробезопасность входных измерительных цепей достигается следующими методами:

4.1 Искробезопасные цепи регистраторов отделены от искроопасных цепей зазором по печати и экраном в соответствии с ГОСТ 22782.5-78.

4.2 Входные измерительные цепи регистраторов гальванически отделены от цепей питания и выходных цепей с помощью трансформатора Т и магниторазвязки DD2 платы А1.

4.3 Устранение влияния схемных емкостей осуществляется путем отделения входных измерительных цепей разрядными резисторами R8 – R20 платы А1 и заливки этих резисторов компаундом для предотвращения повреждения.

4.4 Питание входных цепей осуществляется от отдельных обмоток трансформатора Т платы А1 (выводы 7–8) через блок искрозащиты FIA, обеспечивающий ограничение напряжения и тока до искробезопасных уровней. Ограничение тока осуществляется ограничителями тока на транзисторах VT1 – VT4, ограничение напряжения – стабилитронами VD2 – VD3; сборка диодная VD1 служит для предотвращения выхода из строя стабилитронов при попадании на блоки искрозащиты напряжения обратной полярности. Напряжение холостого хода на выходе блока искрозащиты не превышает 13 В, ток короткого замыкания не более 45 мА. Конструктивно блок искрозащиты выполнен на отдельной печатной плате, залит термореактивным компаундом; высота заливки над наиболее выступающими токоведущими частями не менее 1 мм.

4.5 Отмотка трансформатора Т платы А1, питающая искробезопасные цепи (выводы 7–8), отделена от остальных обмоток экранирующей заземлённой обмоткой (выводы 5, 6).

4.6 Печатный и навесной монтаж узлов регистраторов выполнен в соответствии с ГОСТ 22782.5-78.

5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

5.1 При монтаже и эксплуатации регистраторов необходимо руководствоваться настоящим руководством по эксплуатации, главой 4 ДНАОП 0.00-1.32-01 “Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок”, ГОСТ 22782.5-78.

5.2 Регистраторы устанавливаются вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

5.3 Регистраторы должны быть надежно заземлены. Сопротивление заземления не должно превышать 0,1 Ом. Места подсоединения заземляющих проводников должны быть тщательно зачищены и покрыты слоем антикоррозийной смазки. Запрещается отсоединение заземляющих проводников от регистраторов без предварительного отключения искробезопасных входных цепей.

5.4 Запрещается подключение искробезопасных и неискробезопасных входных цепей к одному регистратору.

5.5 Запрещается совмещение соединительных проводов внешних искробезопасных и неискробезопасных цепей в общем экране.

5.6 Суммарная индуктивность первичного преобразователя и линии связи, соединяющей первичный преобразователь с регистраторами, должна быть не более 1 мГн, суммарная емкость – не более 0,4 мкФ. Для регистраторов с входными сигналами постоянного тока и напряжения постоянного тока от первичных преобразователей, имеющих собственный источник питания, искробезопасность входных цепей НЕ ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ.

5.7 Клемморазъёмы после подсоединения искробезопасных цепей должны быть закрыты крышкой с надписью “Іскробезпечні кола” и опломбированы.

5.8 При эксплуатации регистраторы должны подвергаться систематическому ежесменному, профилактическому осмотрам. При ежесменном осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- наличие маркировки взрывозащиты;
- отсутствие обрывов или повреждения изоляции соединительных линий, надежность их подключения;
- прочность крепления заземляющих соединений;
- отсутствие пыли и грязи на регистраторах;
- отсутствие видимых механических повреждений корпуса.

Эксплуатация регистраторов с повреждениями и неисправностями категорически запрещена.

5.9 Периодичность профилактических осмотров устанавливается в зависимости от производственных условий, но не менее двух раз в год. В процессе профилактических осмотров должны выполняться мероприятия в объеме ежесменных осмотров, а также:

- чистка контактных и разъемных соединений;
- проверка состояния заземляющих проводников в местах соединений;

- измерение сопротивления изоляции соединительных линий;
- измерение сопротивления заземления в местах присоединения к контуру заземления.

5.10 Блок искрозащиты, трансформатор, залитые компаундом участки, ремонту и восстановлению не подлежат.

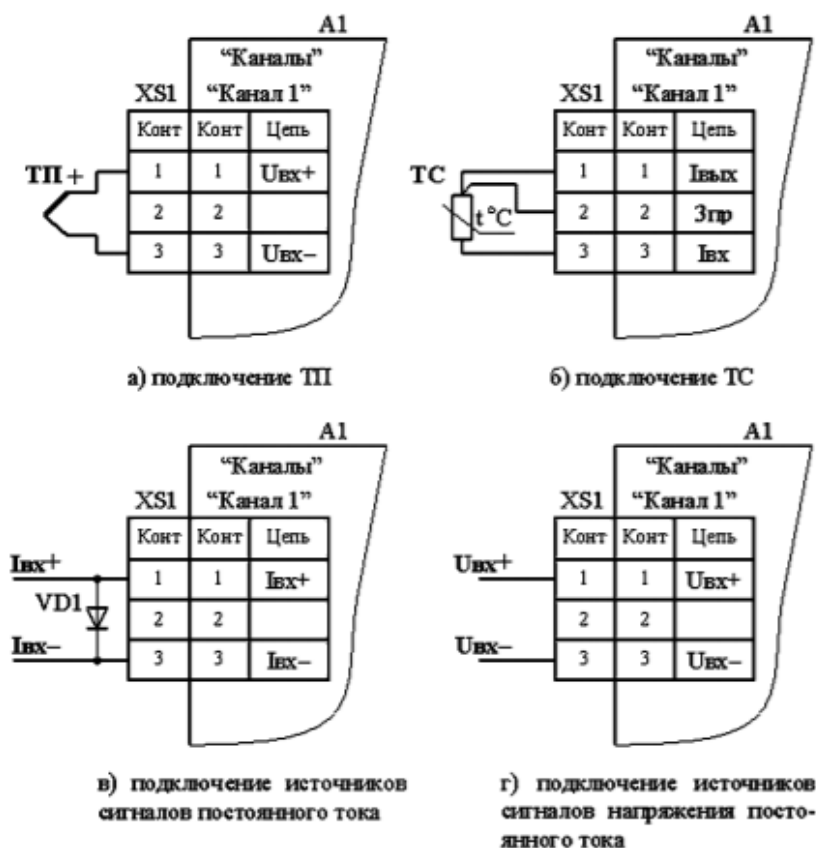
6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

При монтаже регистраторов на месте эксплуатации используют комплект монтажный ААЛУ.405911.007.

6.1 Монтаж регистраторов

Регистраторы устанавливаются вне взрывоопасных зон помещений и наружных установок.

Определяют место под монтаж регистраторов. Разметка места под крепление регистраторов (вырез в щите) в соответствии с рисунком 6.1.



A1 – регистратор; VD1 – диод КД522Б; XS1 – клеммник ААЛУ.434437.013-01 (розетка MSTB 2,5/3-ST-5,08)

Рисунок 6.2 – Подключение входных цепей регистраторов

6.2.3 Соединение ТП с регистраторами осуществляется термоэлектродными проводами. Сопротивление проводов линии связи (включая сопротивление ТП) должно быть не более 500 Ом.

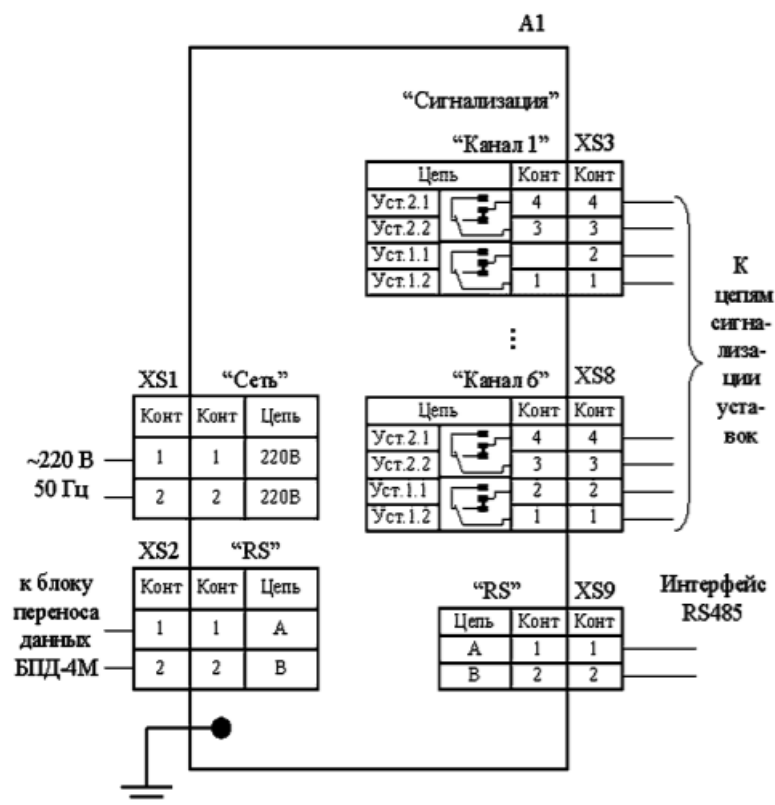
При измерении сигналов ТП разъемы для подключения входных цепей должны быть закрыты крышкой для обеспечения работы цепи автоматической компенсации термоэДС свободных концов.

6.2.4 Допускается подключать каналы регистраторов параллельно.

При измерении сигналов постоянного тока допускается включать каналы регистраторов последовательно (диоды в схеме подключения входных сигналов постоянного тока (рисунок 6.2 в) подключаются параллельно входу каждого канала).

6.3 Монтаж цепей питания, сигнализации и интерфейса RS485

Производят электрический монтаж цепей питания, сигнализации и интерфейса RS485 в соответствии с рисунком 6.3.



A1 – регистратор; XS1 – клеммник ААЛУ.434437.001-01 (розетка MSTB 2,5/2-ST-5,08); XS2 – клеммник ААЛУ.434437.023 (розетка MC 1,5/2-ST-3,81); XS3 – XS8 – клеммник ААЛУ.434437.011 (розетка MC 1,5/4-ST-3,81); XS9 – клеммник ААЛУ.434437.023-01 (розетка MC 1,5/2-ST-3,81)

Рисунок 6.3 – Подключение цепей питания, сигнализации и интерфейса RS485

Для подключения цепи питания используют клеммник ААЛУ.434437.001-01 (розетка MSTB 2,5/2-ST-5,08).

Для подключения цепей сигнализации используют клеммники ААЛУ.434437.011 (розетка MC 1,5/4-ST-3,81).

Для подключения цепи интерфейса RS485 используют клеммник ААЛУ.434437.023-01 (розетка MC 1,5/2-ST-3,81).

Клеммник ААЛУ.434437.023 (розетка MC 1,5/2-ST-3,81) используют для подключения блока переноса данных БПД-4М.

Клеммник ААЛУ.434437.012-04 (розетка MC 1,5/2-ST-3,81 с перемычкой между контактами 1 и 2) используют для установки в вилок "БЛК" при настройке и калибровке регистраторов.

6.4 С целью уменьшения влияния помех рекомендуется:

- прокладывать линии связи в изолированных трубах или гибких стальных шлангах (экранах), соединенных с землей со стороны первичных преобразователей;
- применять для монтажа входных цепей провода, скрученные не менее 10 раз на протяжении одного метра;

- защищать соединительные провода выходных цепей экраном любого вида.
- применять трубчатые ферритовые сердечники (например, фирмы Murata, FSRH091160RN000T).

6.5 Техническое обслуживание регистраторов заключается в периодической поверке или калибровке, проверке их технического состояния.

6.6 Периодичность технического обслуживания (кроме периодической поверки или калибровки) – не реже одного раза в месяц.

6.7 При выпуске из производства регистраторы подлежат калибровке, а в эксплуатации и после ремонта – поверке или калибровке в зависимости от сферы использования в соответствии с инструкцией “Регистраторы электронные МТМ-РЭ-160. Методика поверки (калибровки) ААЛУ.411131.003 ДЛ”.

Межповерочный интервал – не более 1 года. Рекомендуемый интервал между калибровками – 1 год.

7 НАСТРОЙКА РЕГИСТРАТОРОВ

Для разрешения изменения параметров регистраторов при настройке устанавливают клеммник ААЛУ.434437.012-04 (розетка МС 1,5/2-ST-3,81 с перемычкой между контактами 1 и 2) в вилку “БЛК” на задней панели регистраторов.

Включают регистраторы.

После включения на ЖК-дисплее регистраторов кратковременно отображается номер версии программного обеспечения, название регистратора и логотип предприятия-изготовителя.

Регистраторы включаются в режим отображения, выбранный перед последним отключением питания.

Для перехода в режим отображения графиков из режима отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера или из режима отображения столбчатой диаграммы кратковременно нажимают кнопку “↵”.

7.1 Установка времени и даты

В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “↵” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 7.1).

В основном меню регистраторов выбирается пункт ВЫХОД.

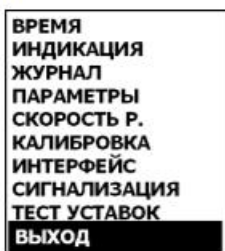


Рисунок 7.1 – Основное меню регистраторов с выбранным пунктом ВЫХОД

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ВРЕМЯ основного меню, нажимают и удерживают кнопку “↵” до отображения на ЖК-дисплее окна установки времени и даты.

В окне отображаются текущая дата и время, а также предложение установить число.

Возможный вид окна установки времени и даты приведен на рисунке 7.2.

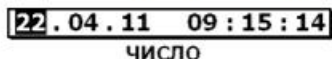


Рисунок 7.2 – Возможный вид окна установки времени и даты

Кнопками “←” и “→” устанавливают число и нажимают кнопку “↵”. На ЖК-дисплее в окне установки времени и даты отображаются предложение установить месяц.

Кнопками “←” и “→” устанавливают месяц и нажимают кнопку “↵”.

Аналогично устанавливают год, часы и минуты.

После установки минут нажимают кнопку “↵”. Окно установки времени и даты и основное меню закрываются.

7.2 Установка периода регистрации

В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “↵” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 7.1).

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт СКОРОСТЬ Р. основного меню и нажимают кнопку “↵”. Открывается окно установки периода регистрации, в котором отображается ранее установленный период регистрации.

Выбирается пункт СЕКУНДЫ.

Кнопками “←” и “→” устанавливают требуемое значение периода регистрации от 1 секунды до 60 секунд с шагом 1 секунда. При установке в окне установки периода регистрации отображается период регистрации.

После установки необходимого периода регистрации нажимают кнопку “↵”. В основном меню регистраторов выбирается пункт СКОРОСТЬ Р.

Для выхода из основного меню регистраторов кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ВЫХОД основного меню и нажимают кнопку “↵”.

7.3 Установка параметров обмена по интерфейсу RS485

В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “↵” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 7.1).

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ИНТЕРФЕЙС основного меню и нажимают кнопку “↵”.

Отображается меню ИНТЕРФЕЙС, в котором отображаются ранее установленные параметры обмена по интерфейсу RS485.

В меню ИНТЕРФЕЙС выбирается пункт ПРОТОКОЛ.

Кнопками “↑” и “↓” выбирают в меню ИНТЕРФЕЙС необходимый пункт, а кнопками “←” и “→” устанавливают требуемые параметры.

В пункте ПРОТОКОЛ – протокол обмена MODBUS или БПД.

В пункте СКОРОСТЬ – скорость передачи данных 9 600 или 38 400.

В пункте АДР. ПРИБОРА – логический адрес регистратора при обмене информацией по интерфейсу RS485 от 1 до 250.

После установки необходимых параметров обмена по интерфейсу RS485 нажимают кнопку “↵”. В основном меню регистраторов выбирается пункт ИНТЕРФЕЙС.

Для выхода из основного меню регистраторов кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ВЫХОД основного меню и нажимают кнопку “↵”.

7.4 Выбор отображаемых каналов

Выбирают каналы, одновременно отображаемые на графике в режиме отображения графиков.

В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “↵” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 7.1).

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт меню ИНДИКАЦИЯ и нажимают кнопку “↵”.

На ЖК-дисплее отображается меню ИНДИКАЦИЯ, вид которого зависит от номеров ранее выбранных для отображения каналов.

В меню ИНДИКАЦИЯ выбирается пункт КАНАЛ 1.

Возможный вид меню ИНДИКАЦИЯ с выбранным пунктом КАНАЛ 1 приведен на рисунке 7.3.

КАНАЛ	1	✓
КАНАЛ	2	✓
КАНАЛ	3	✓
КАНАЛ	4	
КАНАЛ	5	✓
КАНАЛ	6	✓
ВЫХОД		

Рисунок 7.3 – Возможный вид меню ИНДИКАЦИЯ с выбранным пунктом КАНАЛ 1

На рисунке 7.3 для одновременного отображения на графике в режиме отображения графиков выбраны 1, 2, 3, 5 и 6 каналы.

В меню ИНДИКАЦИЯ кнопками “↑” и “↓” выбирают необходимый канал, а кнопкой “↵” устанавливают (или снимают) отметку, включающую выбранный канал в список одновременно отображаемых на графике в режиме отображения графиков.

После выбора необходимых каналов кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ВЫХОД меню ИНДИКАЦИЯ и нажимают кнопку “↵”. В основном меню регистраторов выбирается пункт ИНДИКАЦИЯ.

Для выхода из основного меню регистраторов кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ВЫХОД основного меню и нажимают кнопку “↵”.

7.5 Выбор канала групповой сигнализации

В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “↵” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 7.1).

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт СИГНАЛИЗАЦИЯ основного меню и нажимают кнопку “↵”.

На ЖК-дисплее отображается меню СИГНАЛИЗАЦИЯ, вид которого зависит от ранее установленных параметров групповой сигнализации.

В меню СИГНАЛИЗАЦИЯ выбирается пункт КАНАЛ 1.

Возможный вид меню СИГНАЛИЗАЦИЯ с выбранным пунктом КАНАЛ 1 приведен на рисунке 7.4.

На рисунке 7.4 для групповой сигнализации выбран канал 4.

При срабатывании уставки 1 любого канала будет включаться и сигнализация уставки 1 канала 4. При срабатывании уставки 2 любого канала будет включаться и сигнализация уставки 2 канала 4.

КАНАЛ	1	
КАНАЛ	2	
КАНАЛ	3	
КАНАЛ	4	✓
КАНАЛ	5	
КАНАЛ	6	
ВЫХОД		

Рисунок 7.4 – Возможный вид меню СИГНАЛИЗАЦИЯ с выбранным пунктом КАНАЛ 1

Для выбора канала групповой сигнализации кнопками “↑” и “↓” выбирают канал, а кнопкой “←” устанавливают (снимают) отметку о выборе канала для групповой сигнализации.

Можно выбрать только один канал групповой сигнализации.

Для выхода из меню СИГНАЛИЗАЦИЯ кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ВЫХОД меню СИГНАЛИЗАЦИЯ и нажимают кнопку “←”.

В основном меню регистраторов выбирается пункт СИГНАЛИЗАЦИЯ.

Для выхода из основного меню регистраторов кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ВЫХОД основного меню и нажимают кнопку “←”.

7.6 Задание параметров каналов

В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “←” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 7.1).

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт меню ПАРАМЕТРЫ и нажимают кнопку “←”.

На ЖК-дисплее отображается меню ПАРАМЕТРЫ, вид которого зависит от ранее установленных параметров каждого канала.

В меню ПАРАМЕТРЫ выбирается пункт КАНАЛ.

Возможный вид меню ПАРАМЕТРЫ с выбранным пунктом КАНАЛ приведен на рисунке 7.5.

КАНАЛ	2
ДИАП. В.ПР.	800.0
ДИАП. Н.ПР.	0.0
УСТАВКА 2	250.0
УСТАВКА 1	20.0
ЛИН.ШКАЛА	
ТИП ПП	ТХК(L)
ЕД.ИЗМЕРЕНИЯ	°C
КАЛИБРОВКА	
ВЫХОД	

Рисунок 7.5 – Возможный вид меню ПАРАМЕТРЫ с выбранным пунктом КАНАЛ

На рисунке 7.5 для канала 2 установлены следующие параметры:

- 800.0 – верхнее значение диапазона измерений в цифровой форме;
- 0.0 – нижнее значение диапазона измерений в цифровой форме;
- 250.0 – значение уставки 2 в цифровой форме;
- 20.0 – значение уставки 1 в цифровой форме;
- ЛИН.ШКАЛА – линейная НСХ преобразования входного сигнала;
- ТХК(L) – тип первичного преобразователя;
- °C – единица измерений.

Рекомендуется устанавливать параметры в следующем порядке:

7.6.1 Выбор канала для задания параметров

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт КАНАЛ меню ПАРАМЕТРЫ и кнопкой “→” выбирают канал, на котором необходимо установить параметры.

Внимание! Кнопкой “←” копируют параметры в следующий канал как указано в 7.6.7.

7.6.2 Выбор типа первичного преобразователя или вида входного сигнала

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ТИП ПП меню ПАРАМЕТРЫ, нажимают кнопку “↵” и в открывшемся окне кнопками “↑” и “↓” выбирают тип первичного преобразователя или вид входного сигнала в соответствии с таблицей 7.1.

При необходимости отключить канал выбирают идентификатор “...” – нет ПП.

После выбора нажимают кнопку “↵”. В меню ПАРАМЕТРЫ выбирается пункт ТИП ПП.

Внимание! При изменении типа ПП, подключенного к каналу, для которого потребителем ранее уже производилась калибровка линии связи с ТС, необходимо провести повторную калибровку линии связи с ТС для этого канала, замкнув контакты 1, 2 и 3 входного разъема этого канала (например, установив клеммник ААЛУ.434437.013-01 (розетка MSTB 2,5/3-ST-5,08) с замкнутыми контактами 1,2 и 3 в вилку КАНАЛ этого канала) как указано в 7.8.

Также, при выбранном пункте ТИП ПП меню ПАРАМЕТРЫ можно выбрать тип первичного преобразователя или вид входного сигнала, переключаясь по кольцу кнопками “←” и “→”.

7.6.3 Задание диапазона измерений

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ДИАП. В.ПР. меню ПАРАМЕТРЫ и кнопками “←” и “→” задают верхнее значение диапазона измерений в цифровой форме, не обращая внимания на положение запятой.

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт ДИАП. Н.ПР. меню ПАРАМЕТРЫ и кнопками “←” и “→” задают нижнее значение диапазона измерений в цифровой форме, не обращая внимания на положение запятой.

При удержании кнопок “←” и “→” скорость изменения параметров увеличивается в 10 раз.

Выбирают положение десятичной запятой при отображении текущего значения измеряемого параметра в цифровой форме. Верхнее и нижнее значение диапазона измерений в цифровой форме, а также значения уставок 2 и 1 также будет отображаться с выбранным положением десятичной запятой.

Таблица 7.1

Идентификатор типа ПП или вида входного сигнала	Наименование ТП или ТС, вид входного сигнала	Условное обозначение НСХ (вид НХС)
"..."	Нет ПП	
"ТХК(L)"	Хромель-копелевые	ТХК(L)
"ТХК(E)"	Хромель-константановые	ТХКн(E)
"ТХА(K)"	Хромель-алюмелевые	ТХА(K)
"ТЖК(J)"	Железо-константановые	ТЖК(J)
"ТМК(M)"	Медь-копелевые	ТМК(M)
"ТМК(T)"	Медь-константановые	ТМКн(T)
"ТПП(S)"	Платинородий-платиновые	ТПП(S)
"ТПП(R)"	Платинородий-платинородиевые	ТПП(R)
"ТВР(A1)"	Вольфрам-рениевые	ТВР(A-1)
"ТВР(A2)"	Вольфрам-рениевые	ТВР(A-2)
"ТВР(A3)"	Вольфрам-рениевые	ТВР(A-3)
"ТНН(N)"	Нихросил-нисилловые	ТНН(N)
"ТСС(I)"	Сильх-силиновые	ТСС(I)
"ТПР(B)"	Платинородий-платинородиевые	ТПР(B)
"50M"	Медный 50 Ом	TCM 50M $W_{100} = 1,4280$
"50П"	Платиновый 50 Ом	ТСП 50П $W_{100} = 1,3910$
"100M"	Медный 100 Ом	TCM 100M $W_{100} = 1,4280$
"100П"	Платиновый 100 Ом	ТСП 100П $W_{100} = 1,3910$
"100Н"	Никелевый 100 Ом	ТСН $W_{100} = 1,6170$
"ГР.21"	Платиновый 46 Ом (гр. 21)	ТСП гр. 21 $W_{100}=1,3910$
"Pt100"	Платиновый 100 Ом	Pt100 $W_{100}= 1,3850$
"ГР.23"	Медный 53 Ом (гр. 23)	TCM гр. 23 $W_{100}=1,4280$
"0-5mA"	Сигнал постоянного тока в диапазоне от 0 мА до 5 мА	Линейная, нелинейная (извлечение квадратного корня)
"0-20mA"	Сигнал постоянного тока в диапазоне от 0 до 20 мА	То же
"4-20mA"	Сигнал постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА	То же
"100mB"	Сигнал напряжения постоянного тока в диапазоне от 0 мВ до 100,0 мВ	То же

Для первичных преобразователей типа ТП и ТС допускается только число без запятой или число с одним знаком после запятой.

При выбранном пункте ДИАП. В.ПР. или ДИАП. Н.ПР. меню ПАРАМЕТРЫ кнопкой “↵” выбирают **положение десятичной запятой** при отображении текущего значения измеряемого параметра в цифровой форме.

Положение запятой автоматически изменяется в пунктах ДИАП. Н.ПР. (ДИАП. В.ПР.), УСТАВКА 1, УСТАВКА 2.

7.6.4 Задание уставок

7.6.4.1 Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт УСТАВКА 2 меню ПАРАМЕТРЫ, и кнопками “←” и “→” задают **значение уставки 2** в цифровой форме.

7.6.4.2 Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт УСТАВКА 1 меню ПАРАМЕТРЫ, и кнопками “←” и “→” задают **значение уставки 1** в цифровой форме.

При удержании кнопок “←” и “→” скорость изменения параметров увеличивается в 10 раз.

7.6.4.3 Выбирают вид каждой уставки и задают значение гистерезиса срабатывания уставок.

При выбранном пункте УСТАВКА 2 (или УСТАВКА 1) меню ПАРАМЕТРЫ нажимают кнопку “↵”.

На ЖК-дисплее отображается меню ГИСТЕРЕЗИС, вид которого зависит от ранее установленных параметров.

В меню ГИСТЕРЕЗИС выбирается пункт УСТАВКА 2.

Возможный вид меню ГИСТЕРЕЗИС с выбранным пунктом УСТАВКА 2 приведен на рисунке 7.6.

УСТАВКА 2		ВЕРХ.
УСТАВКА 1		НИЖН.
ГИСТЕРЕЗИС		0.2 %
250.0	—	20.0 —
248.4	—	21.6 —





Рисунок 7.6 – Возможный вид меню ГИСТЕРЕЗИС с выбранным пунктом УСТАВКА 2

На рисунке 7.6 уставка 2 выбрана “верхняя”, уставка 1 выбрана “нижняя”, гистерезис срабатывания уставок 0,2 %. Для контроля параметров указаны установленное цифровое значение включения и рассчитанное с учётом гистерезиса цифровое значение выключения уставок и символические обозначения замкнутого и разомкнутого состояния реле сигнализации.

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт УСТАВКА 2, УСТАВКА 1, ГИСТЕРЕЗИС меню ГИСТЕРЕЗИС, а кнопками “←” и “→” выбирают **вид уставки** (“верхняя” или “нижняя”) и задают значение **гистерезиса срабатывания уставок** от 0 % до 5 % установленного диапазона изменения входного сигнала в цифровой форме.


Нажимают кнопку “”. В меню ПАРАМЕТРЫ выбирается пункт УСТАВКА 2 (или УСТАВКА 1).



7.6.5 Выбор НСХ

Для входных параметров, заданных сигналами постоянного тока или напряжения постоянного тока, кнопками “” и “” выбирают пункт ЛИН.ШКАЛА (или ИЗВЛ.КОРНЯ (зависит от ранее установленных параметров)) меню ПАРАМЕТРЫ и кнопками “” и “” выбирают вид НСХ.

Можно выбрать линейную или нелинейную (извлечение квадратного корня) НСХ.








Если выбрана нелинейная НСХ (ИЗВЛ.КОРНЯ), задают длину линейного участка нелинейной НСХ (устанавливают точку перегиба).

Нажимают кнопку “”. Отображается окно ВКЛ.ЛИН.УЧАСТКА.



Кнопками “” и “” задают длину линейного участка нелинейной НСХ (устанавливают точку перегиба) в диапазоне от 0 % до 5,0 % диапазона измерений в цифровой форме.

Нажимают кнопку “”. В меню ПАРАМЕТРЫ выбирается пункт ИЗВЛ.КОРНЯ.




7.6.6 Выбор отображаемой единицы измерений

Кнопками “” и “” выбирают пункт ЕД.ИЗМЕРЕНИЯ меню ПАРАМЕТРЫ, нажимают кнопку “” и в открывшемся окне кнопками “”, “”, “” и “” выбирают отображаемую единицу измерений для значения параметра в цифровой форме (можно выбрать одну из следующих единиц измерений: Тонн/ч (тонна в час), Тонн (тонна), %, мм, МПа, мм рт.с (миллиметры ртутного столба), мм вод.с (миллиметры водного столба), мА, м³/ч, кгс/см², м, кПа, см, °С, м³/мин).

Нажимают кнопку “”. В меню ПАРАМЕТРЫ выбирается пункт ЕД.ИЗМЕРЕНИЯ.

Также, при выбранном пункте ЕД.ИЗМЕРЕНИЯ меню ПАРАМЕТРЫ можно выбрать отображаемую единицу измерений, переключаясь по кольцу кнопками “” и “”.




Все необходимые значения параметров по выбранному каналу установлены.

Кнопками “” и “” выбирают пункт КАНАЛ меню ПАРАМЕТРЫ и кнопкой “” выбирают следующий канал, на котором необходимо установить параметры.

Аналогично производят установку параметров следующего выбранного канала.




7.6.7 Копирование параметров в следующий канал

При необходимости, для ускорения установки параметров каналов, можно скопировать параметры, установленные для выбранного канала, в следующий канал.

Кнопками “” и “” выбирают пункт КАНАЛ меню ПАРАМЕТРЫ и нажимают кнопку “”.

На ЖК-дисплее отображается меню ПАРАМЕТРЫ следующего канала с параметрами, скопированными из паспорта предыдущего канала.

7.6.8 Завершение настройки параметров каналов

После установки параметров для всех каналов кнопками “” и “” выбирают пункт ВЫХОД меню ПАРАМЕТРЫ и нажимают кнопку “”.

Все открытые меню регистраторов закрываются.

Извлекают клеммник ААЛУ.434437.012-04 (розетка МС 1,5/2-ST-3,81 с перемычкой между контактами 1 и 2) из вилки “БЛК” на задней панели регистраторов.

7.7 Калибровка линии связи с ТС

Регистраторы откалиброваны для работы с ТС по трехпроводной линии связи, проложенной проводами с сопротивлением каждого провода не более 10 Ом, с разницей сопротивления проводов не более 0,01 Ом.

При необходимости, например, при прокладке линии связи с ТС проводами разного сечения, производят калибровку линии связи с ТС.

Калибровка производится отдельно по каждому каналу.

Для разрешения калибровки линии связи с ТС устанавливают клеммник ААЛУ.434437.012-04 (розетка МС 1,5/2-ST-3,81 с перемычкой между контактами 1 и 2) в вилку “БЛК” на задней панели регистраторов.

7.7.1 Включают регистраторы.

После включения на ЖК-дисплее регистраторов кратковременно отображается номер версии программного обеспечения, название регистратора и логотип предприятия-изготовителя.

Регистраторы включаются в режим отображения, выбранный перед последним отключением питания.

Для перехода в режим отображения графиков из режима отображения цифровых значений цифрами увеличенного размера или из режима отображения столбчатой диаграммы кратковременно нажимают кнопку “←”.

Перед калибровкой выдерживают регистраторы во включенном состоянии не менее 30 минут

7.7.2 В режиме отображения графиков нажимают и удерживают кнопку “←” до отображения на ЖК-дисплее основного меню регистраторов (рисунок 7.1).

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт меню ПАРАМЕТРЫ и нажимают кнопку “←”.

На ЖК-дисплее отображается меню ПАРАМЕТРЫ, вид которого зависит от ранее установленных параметров каждого канала.

Возможный вид меню ПАРАМЕТРЫ приведен на рисунке 7.5.

7.7.3 Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт КАНАЛ меню ПАРАМЕТРЫ и кнопкой “→” выбирают канал, для которого необходимо провести калибровку линии связи с ТС.

7.7.4 Замыкают линию связи с ТС на месте установки первичного преобразователя.

Кнопками “↑” и “↓” выбирают пункт КАЛИБРОВКА меню ПАРАМЕТРЫ и нажимают и удерживают 3-4 секунды кнопку “←”.

7.7.5 Через 3–5 секунд в пункте КАЛИБРОВКА меню ПАРАМЕТРЫ отображается результат калибровки (разница в сопротивлении проводов линии связи с ТС), а в меню ПАРАМЕТРЫ выбирается пункт ВЫХОД.

Если вместо числового результата калибровки появляется надпись “ОШ.В”, то линия связи оборвана, имеет сопротивление более 10 Ом, или не была замкнута при калибровке.

Калибровка линии связи с ТС для выбранного канала выполнена.

Практическая работа № 12

Техника безопасности при обслуживании контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

Цель работы: изучение инструкций для слесаря по контрольно-измерительным приборам и автоматике.

Задание:

1. Внимательно изучите инструкции.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Перечислите инструкции, которые должен соблюдать слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике при обслуживании оборудования.
 - b. В каком случае перед выполнением работ необходима стажировка, опишите меры по её проведению.
 - c. Какие вопросы необходимо изучить в период прохождения стажировки.
 - d. Какие виды инструктажей, и в каком случае, необходимо пройти перед допуском к работе.
 - e. Перечислите правила внутреннего трудового распорядка, которые необходимо соблюдать при проведении работ.
 - f. Перечислите опасные и вредные факторы, которые могут влиять на рабочего при выполнении работ.
 - g. Назовите обязанности слесаря по КИПиА.
 - h. Перечислите требования безопасности перед началом выполнения работы.
 - i. Перечислите требования безопасности во время выполнения работы.
 - j. Назовите меры безопасности, которые необходимо соблюдать, при выполнении работ во взрывоопасных зонах.
 - k. Составьте алгоритм действий в аварийных ситуациях.
 - l. Перечислите требования безопасности по окончании выполнения работы.

Общие требования безопасности

К работе слесарем по контрольно-измерительным приборам и автоматике (КИПиА) допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, вводный инструктаж, первичный инструктаж и обучение на рабочем месте, проверку знаний требований охраны труда, имеющие соответствующее удостоверение и соответствующую квалификацию согласно тарифно-квалификационному справочнику.

Слесарь по КИПиА должен знать

- должностную инструкцию слесаря по КИПиА;
- инструкцию по охране труда для не электротехнического персонала;
- инструкцию по охране труда для слесаря по КИПиА;
- инструкция по охране труда для лиц, работа которых связана с нахождением вне территории предприятия;

- инструкцию по применению средств защиты;
- инструкцию по охране труда при проведении работ по благоустройству и уборке помещений и территории;
- инструкцию по охране труда при работе на высоте;
- инструкцию по охране труда при работе с ручным электроинструментом;
- инструкция по действию персонала во время грозы;
- инструкцию по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве;
- инструкцию о мерах пожарной безопасности в помещениях;
- инструкцию по содержанию, применению первичных средств пожаротушения;
- правила внутреннего трудового распорядка.

Перед допуском к самостоятельной работе слесарь по КИПиА должен пройти подготовку по новой должности, которая включает в себя: стажировку, проверку знаний, контрольные противоаварийную и противопожарную тренировки.

Допуск к самостоятельной работе оформляется распорядительным документом по структурному подразделению (службе главного энергетика).

Стажировка проводится при поступлении на работу, а также при переводе на новую должность или при переводе на другое рабочее место. Стажировка проводится под руководством опытного обучающего работника. Допуск к стажировке оформляется распоряжением главного энергетика. Продолжительность стажировки составляет от 2 до 14 смен.

В процессе стажировки слесарь по КИПиА должен

- изучить схемы, инструкции по эксплуатации автоматик различного типа и инструкции по охране труда, знание которых обязательно для слесаря КИП;
- приобрести необходимые практические навыки в выполнении производственных операций;
- изучить приемы и условия безаварийной, безопасной и экономичной работы оборудования.

После прохождения стажировки слесарь по КИП проходит проверку знаний по охране труда, пожарной безопасности, электробезопасности, правилам технической эксплуатации в комиссии предприятия.

Очередная проверка знаний проводится не реже 1 раза в 12 месяцев.

Внеочередная проверка знаний проводится: при нарушении правил, норм и инструкций; при вводе в действие новых или переработанных правил; при реконструкции или установке нового оборудования; при неудовлетворительной оценке, проведенной повторной противоаварийной или противопожарной тренировки.

В дальнейшем противоаварийные тренировки проводятся 1 раз в 3 месяца, противопожарные 1 раз в 6 месяцев.

После стажировки, успешной проверки знаний, контрольных противоаварийной и противопожарной тренировок слесарь по КИПиА допускается к самостоятельной работе распоряжением главного энергетика, о чем уведомляется под роспись в журнале распоряжений.

Перед допуском к самостоятельной работе слесарь по КИПиА, имеющий перерыв в работе от 30 дней до 6-ти месяцев должен ознакомиться:

- с изменениями в оборудовании, схемах и режимах работы энергоустановок;
- с изменениями в инструкциях;
- с вновь введенными в действие НТД;

- с новыми приказами, техническими распоряжениями и другими материалами по данной должности.

Инструктажи по охране труда и пожарной безопасности слесарь по КИПиА проходит в установленном порядке.

Вводный инструктаж по охране труда и пожарной безопасности проходит слесарь по КИПиА при приеме на работу. Вводный инструктаж проводит специалист по охране труда или работник, на которого приказом работодателя возложены эти обязанности.

Кроме вводного инструктажа по охране труда, слесарю по КИПиА проводится первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи.

Первичный инструктаж на рабочем месте, повторный, внеплановый и целевой инструктажи проводит непосредственный руководитель (начальник структурного подразделения или лицо его замещающее), прошедший в установленном порядке обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводится до начала самостоятельной работы со всеми вновь принятыми работниками, а также переводимым из одного подразделения в другое или выполняющими новую для них работу. Первичный инструктаж на рабочем месте проводится с каждым работником индивидуально с практическим показом безопасных приемов и методов работы.

Повторный инструктаж проходят слесари по КИПиА не реже, чем 1 раз в три месяца по программам, разработанным для проведения первичного инструктажа на рабочем месте.

Внеплановый инструктаж проводится:

- при введении в действие новых или изменении законодательных и иных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, а также инструкций по охране труда;
- при изменении технологических процессов, замене или модернизации оборудования, приспособлений, инструмента и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работниками требований охраны труда, если эти нарушения создали реальную угрозу наступления тяжких последствий (несчастный случай на производстве, авария и т.п.);
- по требованию должностных лиц органов государственного надзора и контроля;
- при перерывах в работе (для работ с вредными и (или) опасными условиями — более 30 календарных дней, а для остальных работ — более двух месяцев);
- по решению работодателя (или уполномоченного им лица).

Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и работ, на которые оформляется наряд-допуск, разрешение или другие специальные документы, а также при проведении в организации массовых мероприятий.

Слесарь по КИПиА, не прошедший своевременно повторный инструктаж по охране труда (не реже 1 раза в 3 месяца) и ежегодную проверку знаний по охране труда не должен приступать к работе.

В течении трудовой деятельности слесарь по КИПиА обязан проходить специальную подготовку. Специальная подготовка проводится с отрывом от выполнения основных функций не реже одного раза в месяц.

Слесарь по КИПиА обязан соблюдать правила внутреннего трудового распорядка:

- не курить на рабочем месте и на территории котельной;

- не допускать распитие спиртных напитков в рабочее и нерабочее время в помещении котельной;
- соблюдать режим труда и отдыха: рабочее время с 8-00 до 17-00, перерыв на обед – с 12-00 до 13-00. Прием пищи допускается на рабочем месте.

Возможно, привлечение к сверхурочным работам согласно ТК РФ.

Периодические медицинские осмотры слесаря по КИПиА проводятся 1 раз в 2 года.

На слесаря по КИПиА могут воздействовать следующие опасные и вредные факторы

- физические — опасный уровень напряжения в электрической цепи на щитах (блоках) управления тепломеханическим оборудованием;
- падение с высоты;
- шероховатости, заусенцы, острые кромки на поверхностях оборудования;
- загазованность воздуха рабочей зоны (при утечке газа, неплотностях газоходов, обмуровки котлов, отсутствие вентиляции);
- повышенная температура поверхности оборудования (при отсутствии или нарушении изоляции оборудования);
- повышенный шум;
- недостаточная освещенность рабочего места;
- психофизиологические – напряженность труда.

Слесарь по КИПиА обеспечивается спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с Типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты»:

- полукомбинезон хлопчатобумажный или костюм хлопчатобумажный для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, или костюм из смешанных тканей для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий, — 1 на год
- рукавицы комбинированные или перчатки трикотажные с полимерным покрытием-12 пар на год
- ботинки кожаные, — 1 пара на год

На наружных работах зимой дополнительно:

- куртка на утепляющей прокладке, — 1 на 3 года
- брюки на утепляющей прокладке, — 1 на 3 года
- валенки с резиновым низом или ботинки кожаные утепленные с жестким подноском, — 1 пара на 3 года
- жилет сигнальный 2 класса защиты, — 1 на год

Помимо указанных в таблице средств индивидуальной защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов, слесарю по КИПиА необходимо применять и соблюдать следующие правила применения СИЗ:

- при обслуживании вращающихся механизмов не должно быть развевающихся частей одежды, которые могут быть захвачены движущимися частями механизмов;
- при необходимости нахождения вблизи горячих частей оборудования следует принять меры по защите от ожогов и действия высоких температур (ограждение оборудования, вентиляция, теплая спецодежда);
- при выполнении работ на объектах с температурой воздуха выше +33 °С необходимо соблюдать режим труда с интервалами времени для отдыха и охлаждения;

- при нахождении в помещениях с действующим технологическим оборудованием (за исключением щитов управления) необходимо носить защитную каску для защиты головы от ударов случайными предметами;
- при недостаточной освещенности рабочей зоны следует применять дополнительное местное освещение (фонари, переносные электрические светильники);
- для защиты от действия электрического тока следует применять электрозащитные средства: диэлектрические перчатки, галоши, коврики, подставки, накладки, колпаки, переносные заземляющие устройства, указатели напряжения, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и знаки безопасности;
- при работе на высоте более 1,3 м над уровнем земли на площадках со средствами подмащивания, не имеющих перил, бортовой доски высотой 15 см и промежуточного горизонтального элемента, применение предохранительных поясов обязательно;

При обнаружении неисправных приспособлений, инструмента и средств защиты слесарь по КИПиА должен сообщить об этом своему непосредственному руководителю. Не допускается работа с неисправными приспособлениями, инструментом и средствами защиты.

Во избежание попадания под действие электрического тока не следует прикасаться к оборванным свешивающимся проводам или наступать на них.

Слесарь по КИПиА обязан

- правильно применять средства индивидуальной защиты;
- проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктажи по охране труда и пожарной безопасности, стажировку на рабочем месте, проверку знаний, дублирование, противоаварийные и противопожарные тренировки, спецподготовку, повышение квалификации, участвовать в Днях охраны труда и пожарной безопасности;
- немедленно извещать непосредственного или вышестоящего руководителя о ситуации, угрожающей жизни и здоровью людей, о каждом несчастном случае или об их ухудшении своего здоровья;
- проходить обязательный предварительный и периодический медосмотры;
- знать правила и порядок поведения при пожаре;
- уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения;
- не допускать на рабочее место посторонних лиц;
- курить в специально отведенных местах;
- не допускать распития спиртных напитков в рабочее время на рабочих местах;
- уметь оказывать первую помощь пострадавшим при несчастных случаях на производстве;
- содержать рабочее место в чистоте, не допускать его загромождения;
- содержать в чистоте спецодежду, спецобувь, другие средства защиты.

Запрещается пользоваться инструментами, приспособлениями, работать на оборудовании, обращению с которыми работник не обучен и не проинструктирован.

За нарушение требований слесарь по КИПиА несет ответственность согласно действующему законодательству РФ.

Требования безопасности перед началом работы

Надеть предусмотренную нормами спецодежду и спецобувь.

Спецодежда должна быть застегнута и не иметь свисающих концов. Обувь не должна иметь стальных гвоздей и подков.

Проверить наличие и исправность защитных средств, приспособлений и инструментов, применяемых в работе.

Получить задание от непосредственного руководителя работ.

Все работы по монтажу, проверке, регулировке, снятию для ремонта и установке КИПиА, работы в цепях схем автоматического и дистанционного управления в зависимости от вида и характера работ должны быть оформлены нарядом-допуском на производство работ повышенной опасности (далее - наряд-допуск), распоряжением или записью в журнале производства работ с перечнем работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации.

Все работы, выполняемые слесарем КИПиА, должны фиксироваться в оперативном журнале или журнале производства работ.

Для подготовки рабочего места при работах на электрооборудовании со снятием напряжения необходимо:

- после согласования с оперативным персоналом произвести вместе с ним необходимые отключения (переключения) и принять меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры;
- на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратуры вывесить запрещающие плакаты; проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях; вывесить предупреждающие и предписывающие плакаты, оградить при необходимости рабочее место и оставшиеся под напряжением токоведущие части.

При необходимости производства каких-либо работ в цепях или на аппаратуре релейной защиты, электроавтоматики и телемеханики при включенном основном оборудовании должны быть приняты меры против его случайного отключения.

Перед началом любых ремонтных работ на действующем технологическом оборудовании и трубопроводах слесарь КИПиА обязан согласовать эти работы с оперативным персоналом. Ремонт можно производить только после отключения приборов автоматического контроля и регулирования от оборудования и трубопроводов путем перекрытия запорных вентилей на соединяющих их линиях. В местах отключения необходимо вывесить предупреждающие плакаты.

Требования безопасности во время работы

Работа в цепях устройств релейной защиты, электроавтоматики и телемеханики должна производиться по исполнительным схемам. Работа без схем, по памяти, запрещается.

При работах в устройствах КИПиА необходимо пользоваться слесарно-монтажным инструментом с изолирующими рукоятками.

Запрещается установка и пользование контрольно-измерительными приборами:

- не имеющими клейма или с просроченным клеймом, или без свидетельства о поверке;
- не отвечающими установленной точности измерения;
- поврежденными и нуждающимися в ремонте и поверке.

При выполнении работ в электроустановках со снятием напряжения проверять его отсутствие необходимо указателем напряжения заводского изготовления, исправность которого перед применением должна быть установлена приближением к токоведущим частям, расположенным поблизости и заведомо находящимся под напряжением.

Если на месте работ имеется разрыв электрической цепи, то отсутствие напряжения проверяется с обеих сторон разрыва.

Проверять аппаратуру, реле и приборы под напряжением в сырых или неотопливаемых помещениях следует в диэлектрических галошах или стоя на диэлектрическом коврике.

Не разрешается эксплуатировать средства автоматики при неисправности электрических сетей питания приборов и сетей, соединяющих первичные приборы со вторичными.

Для обеспечения безопасности работ, проводимых в цепях измерительных приборов и устройств релейной защиты, все вторичные обмотки измерительных трансформаторов тока и напряжения должны иметь постоянное заземление.

Запрещается использовать в качестве заземлителей и заземляющей проводки технологические трубопроводы, содержащие горючие и взрывоопасные жидкости, а также трубопроводы, покрытые изоляцией для защиты от коррозии.

При работах в цепях трансформаторов напряжения с подачей напряжения от постороннего источника необходимо снять предохранители со стороны высшего и низшего напряжения и отключить автоматы от вторичных обмоток.

Запрещается на панелях или вблизи места размещения релейной аппаратуры производить работы, вызывающие сильное сотрясение релейной аппаратуры, грозящие ложным срабатыванием реле.

Запрещается проводить работы по проверке и регулированию электрических приборов автоматики и коммуникаций при наличии или возможности внезапного появления в производственных помещениях взрывоопасного газа, а также при производстве опасных работ по очистке аппаратов, замене прокладок, сальников и т.д.

Текущий ремонт приборов во взрыво- и пожароопасных зонах разрешается выполнять только холодным способом без применения пайки, сварки и других работ, связанных с использованием огня или высоких температур.

Проведение огневых работ допускается выполнять с оформлением наряда-допуска и выполнением необходимых организационно-технических мероприятий.

При работе во взрывоопасных зонах необходимо применять инструмент, исключающий образование искр. Ударные и режущие части инструмента перед его использованием необходимо смазывать консистентными смазками.

Средства автоматики во взрывозащищенном исполнении разрешается эксплуатировать во взрывоопасных помещениях при условии соответствия исполнения приборов степени опасности данного помещения (классу помещения).

Запрещается во взрывоопасных зонах использовать электрооборудование, не имеющее маркировки по взрывозащите.

Контрольно-измерительные и регулирующие приборы, не имеющие соответствующей маркировки о виде и уровне взрывозащищенности, необходимо устанавливать в изолированных от взрывоопасной среды помещениях.

При работе во взрывоопасных зонах запрещается

- ремонтировать без соответствующего оформления и проведения организационно-технических мероприятий электрооборудование и сети, находящиеся под напряжением;
- эксплуатировать электрооборудование при любых повреждениях (например, неисправных защитных заземлениях, блокировках, контактных заземлениях, при нарушении взрывозащищенности оборудования);

- эксплуатировать взрывозащищенное электрооборудование со снятыми деталями оболочки, в т. ч. крепежными, предусмотренными его конструкцией, а также с неуплотненными вводами кабелей; крепежные детали должны быть плотно затянуты;
- вскрывать оболочку взрывозащищенного оборудования, токоведущие части которого находятся под напряжением; включать автоматически отключившуюся установку без выяснения и устранения причин ее отключения;
- нагружать сверх номинальных параметров электрооборудование, провода и кабели;
- изменять комплектность искробезопасных приборов, изменять марку и увеличивать длину проводов и кабелей, если сопротивление, емкость и (или) индуктивность при этой замене будут превышать максимально допустимые значения этих величин для данной искробезопасной цепи;
- использовать один и тот же кабель для проводки искробезопасных и обычных электрических цепей;
- оставлять открытыми двери помещений и тамбуров, отделяющих взрывоопасные помещения от других взрывоопасных и невзрывоопасных помещений;
- включать электроустановки без аппаратов, отключающих защищаемую электрическую цепь при ненормальных режимах;
- заменять защиту (тепловые и электромагнитные расцепители, предохранители, устройства защитного отключения) электрооборудования другими видами защиты или защитой с другими номинальными параметрами, на которое не рассчитано данное электрооборудование;
- оставлять в работе электрооборудование с высотой слоя масла и кварцевого песка ниже установленной.

Ремонтные работы должны, как правило, производиться днем, при необходимости ремонта в ночное время или внутри аппарата место производства работ должно быть хорошо освещено.

Для местного освещения при ремонтах и осмотрах во взрывоопасных помещениях и наружных установках необходимо применять фонари во взрывозащищенном исполнении напряжением не выше 12 В. Включение и выключение фонарей необходимо производить вне взрывоопасной зоны.

Требования безопасности в аварийных ситуациях

При возникновении аварийной ситуации (загазованность, загорание) необходимо отключить общий рубильник, работы немедленно прекратить, выйти из опасной зоны, сообщить старшему по смене, приступить к устранению аварийной ситуации согласно плану ликвидации аварий.

При загорании на электроустановках следует пользоваться углекислотными и порошковыми огнетушителями.

При несчастном случае необходимо оказать пострадавшему первую доврачебную помощь, при необходимости вызвать "Скорую помощь", сообщить об этом своему непосредственному начальнику и сохранить без изменений обстановку на рабочем месте до расследования, если она не создает угрозу для работающих и не приведет к аварии

Требования безопасности по окончанию работы

Удалить временные ограждения и снять предупреждающие и запрещающие плакаты.

Убрать рабочее место.

Нефтепродукты, разлитые при вскрытии на ремонт или отсоединении приборов от технологического оборудования или трубопроводов, должны быть убраны, а место, залитое нефтепродуктами, засыпано песком или промыто водой с помощью шланга.

Пропитанный нефтепродуктами песок убрать в отведенное приказом по объекту МНПП место.

При разливе этилированного бензина для обезвреживания загрязненных полов и почвы следует применять дегазаторы: дихлорамин (3%-й раствор в воде или 1,5%-й раствор в керосине) или хлорную известь в виде кашицы (одна часть сухой хлорной извести на 2 - 3 части воды). Металлические поверхности необходимо обмыть растворителями.

Установить на место постоянные ограждения.

После согласования с оперативным персоналом произвести необходимые включения (переключения).

Оформить окончание работ записью в оперативном журнале.

Вымыть лицо и руки теплой водой с мылом. Переодеться. Спецдежда и спецобувь должны храниться отдельно от личной одежды.

Практическая работа № 13

Заполнение документации на приём в ремонт контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

Цель работы: Приобретение обучающимися навыков заполнения документации на приём в ремонт контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.

Документация: СТО 70238424.27.100.037-2009 Системы КИП и тепловой автоматики ТЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Область применения.
 - b. Термины и определения.
 - c. Общие принципы построения систем контрольно-измерительных приборов.
 - d. Основные требования к организации эксплуатации и технического обслуживания систем контрольно-измерительных приборов и автоматики.
 - e. Приемка из монтажа и наладки технических средств и помещений. Ввод в эксплуатацию.
 - f. Эксплуатационные документы.
 - g. Организационные документы.
 - h. Заполните форму Акта о приемке из капитального ремонта средств КИПиА.
 - i. Заполните форму Протокола калибровки индивидуальной ИС поэлементным методом.

- j. Заполните форму Сертификата о калибровке индивидуальной ИС 74.
- k. Заполните форму Свидетельства о поверке индивидуальной измерительной системы.
- l. Заполните форму страниц оперативного журнала рукописного ведения.
- m. Заполните форму страниц журнала дефектов и неисправностей оборудования рукописного ведения.
- n. Заполните форму страниц журнала технологических защит и автоматики рукописного ведения.
- o. Заполните форму Карты параметров настройки срабатывания технологических защит и аварийной сигнализации.
- p. Заполните форму Карты параметров настройки срабатывания функциональных групп.
- q. Заполните форму годового графика опробования защит.

Практическая работа № 14

Составление графика ППР контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

Цель работы: исследование работы неуравновешенной мостовой схемы.

Документация: РЕГЛАМЕНТ «Разработка графика ППР и КР»

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Заполните все формы документации, согласно регламенту.

Практическая работа № 15

Поверка вольтметров и амперметров

Цель работы: научиться определять ошибку измерения приборов и соответствие приборов своему классу точности.

Задание:

1. Ознакомиться с приборами и оборудованием, записать их технические данные.
2. Собрать схему, а) для поверки амперметра.
3. Выставляя на поверяемом амперметре значения $I_{\text{изм.}} = 0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6\text{А}$, снять значения образцового прибора $I_{\text{действительное}}$.
4. По данным замеров определить: ΔI , ΔI_{max} , $\Delta I\%$, $Y_{\text{прив}}\%$.
5. Данные замеров и расчетов занести в таблицу 1.

I изм.	I дейст.	ΔI	$\Delta I\%$	$Y_{прив}\%$
0÷1,6 А				

6. Собрать схему б) для поверки вольтметра.
7. Выставляя на поверяемом вольтметре значения U измеряемое = 0; 10; 20; 30; 40; 50В., снять значения U действительное.
8. По данным замеров определить ΔU , $\Delta U\%$, $\Delta U_{мах}$, $Y_{прив}\%$.
9. Данные замеров и расчетов занести в таблицу 2.

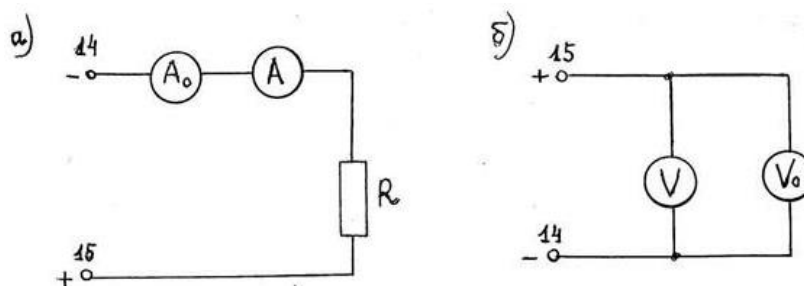
U изм.	U дейст.	ΔU	$\Delta U \%$	$Y_{прив}\%$
0÷50 В				

10. По результатам расчетов построить графики зависимости $\Delta I = f_1(I_{изм})$; $\Delta U = f_2(U_{изм})$.
11. Выводы и предложения: «В результате проделанной работы высказать свои соображения о соответствии поверяемых приборов (амперметра и вольтметра) своему классу точности».

Приборы и оборудование:

1.	Амперметр (образцовый)	М 1104	3А	A_0
2.	Амперметр (поверяемый)	М 367	3А	А кл. точн. 1,5
3.	Вольтметр (образцовый)	Э 59	60 В	V_0
4.	Вольтметр (поверяемый)	М 367	50 В	V кл. точн. 1,5
5.	Реостат	РПШ	1000м. 2А	

Электрические схемы:



Содержание отчета

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель работы
3. Отчет о выполнении на каждый этап раздела «Содержание и порядок выполнения работы»

4. Список используемых источников.
5. Выводы и предложения.
6. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

Вопросы для самопроверки

1. Какое значение измеряемой величины показывает образцовый прибор? Рабочий прибор?
2. Как определить абсолютную погрешность? Относительную погрешность? Приведенную погрешность?
3. Какие классы точности имеют электроизмерительные приборы, и что значит класс точности прибора 1,0?
4. Для каких целей проводится поверка приборов и каким путем её производят?
5. Для каких целей используют амперметры, вольтметры?
6. Как включается в схему для измерений амперметр? Вольтметр?

Практическая работа № 16

Поверка манометрических приборов

Цель работы: приобретение навыков работы по поверке манометрических приборов.

Документация: ГОСТ 8.305-78 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термометры манометрические. Методы и средства поверки

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Перечислите операции, производимые при поверке манометрических термометров.
 - b. Перечислите образцовые средства поверки.
 - c. Перечислите вспомогательные средства поверки.
 - d. Назовите условия, которые должны соблюдаться при проведении поверки.
 - e. Перечислите этапы проведения поверки и дайте их описание.
3. Проведите практические измерения и расчеты, с использованием лабораторной установки МСИ 4.

Поверка манометрических термометров производится путем сравнения показаний поверяемых приборов с действительным значением температуры, фиксируемым образцовым термометром. Приборы необходимо поверять в том положении, в котором они используются в рабочих условиях.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕРМОМЕТРЫ МАНОМЕТРИЧЕСКИЕ

Методы и средства поверки

Настоящий стандарт распространяется на показывающие и самопишущие манометрические термометры, предназначенные для измерения температуры от минус 150 до плюс 600 °С, с длиной погружения не более 400 мм, изготавливаемые по ГОСТ 8624-80, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице.

Наименование операции	Номера пунктов стандарта	Обязательность проведения операции при	
		выпуске из производства и ремонта	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	6.1	Да	Да
Определение метрологических параметров	6.2		
Проверка электрической прочности изоляции	6.2.1	Да (при выпуске из производства и после ремонта электрических цепей)	Нет
Определение сопротивления изоляции	6.2.2	Да	Нет
Проверка самопишущего устройства	6.2.3	Да	Да
Определение погрешности хода диаграммной бумаги	6.2.4	Да	Да
Определение основной погрешности показаний, записи и выходных сигналов	6.2.5	Да	Да
Определение вариации показаний, записи и значений выходных сигналов	6.2.6	Да	Да
Определение погрешности и вариации срабатывания сигнального устройства	6.2.7	Да	Да

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки необходимо применять средства, указанные ниже.

Образцовые средства поверки:

- образцовые ртутные стеклянные термометры 2 и 3-го разрядов, типов ТР1, ТР2, ТР3, диапазон измерения 0-300 °С с метрологическими параметрами по ГОСТ 8.080-80, диапазон измерения 243,15-273,15 К с метрологическими параметрами по ГОСТ 8.079-80;
- образцовый медьконстантановый термоэлектрический термометр 2-го разряда, диапазон измерения 73,15-273,15 К с метрологическими параметрами по ГОСТ 8.079-80;
- образцовый платиновый термометр сопротивления 2-го разряда, типа ПТС-10, диапазон измерения 0-630,74 °С с метрологическими параметрами по ГОСТ 8.080-80;
- образцовый платиновый - платиновый термоэлектрический термометр 3-го разряда, типа ППО, диапазон измерения 300-1200 °С с метрологическими параметрами по ГОСТ 8.080-80;
- образцовая измерительная катушка сопротивления 2-го разряда, тип Р-331.

Вспомогательные средства поверки:

- a. низкоомный потенциометр типа Р 363-3, класс 0,005;
- b. магазин сопротивления типа МСР-63, класс 0,05, диапазон измерения 0,035-111111,1 Ом;
- c. миллиамперметр типа М1104, класс 0,2, пределы измерения от 0 до 3 мА и от 0 до 20 мА;
- d. мост постоянного тока типа Р39, класс 0,02;
- e. нормальный элемент по ГОСТ 1954-82; класс 0,02;
- f. манометр по ГОСТ 8.161-83, класс 0,16;
- g. нулевой термостат (или сосуд Дьюара) типа ТН-12, воспроизводимая температура 0 °С, градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,03 К/м;
- h. паровой термостат типа ТП-5, воспроизводимая температура (температура паров кипящей воды) 100 °С, градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,1 К/м;
- i. водяной термостат типа ТВ-4, диапазон температур от минус 5 до плюс 95 °С, градиент температуры в рабочей камере не более 0,1 К/м;
- j. масляный термостат типа ТМ-3, диапазон температуры от 95 до 300 °С, градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,1 К/м. В интервале температур 90-150 °С применяют индустриальное масло И-50А по ГОСТ 20799-75, в интервале температур 150-300 °С - цилиндрическое масло 52 по ГОСТ 6411-76;
- k. оловянный термостат типа ТО-3, диапазон температур от 300 до 600 °С, градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,5 К/м, заполняется оловом марки 01 по ГОСТ 1027-67 (СТ СЭВ 263-76);
- l. криостат типа ГСП-5, диапазон температур от 73,15 до 273,15 К, градиент температуры в рабочем пространстве не более 0,1 К/м;
- m. стабилизатор напряжения постоянного тока типа ПЗ6-2, выходное напряжение (1,5±0,3) В; (2,8±0,4) В; (4,0±0,4) В;
- n. установка для питания приборов с пневматическим выходным сигналом, давление воздуха питания (1,4±0,04) кгс/см² ГОСТ 8.305-78 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термометры манометрические. Методы и средства поверки, допустимое содержание влаги, масла, пыли по ГОСТ 17433-80 и ГОСТ 24484-80;
- o. установка для питания приборов с электрическим выходным сигналом; отклонение напряжения питания от номинального значения ±2%, максимальный коэффициент высших гармоник 5%, частота питания переменного тока (50±0,5) Гц. В комплект установки входят: выпрямитель напряжения, тип БЗ-2, выходное напряжение постоянного тока 1-250 В;
- p. преобразователь напряжения, тип ППТ-0/50, выходное напряжение (220±6,6) В, частота (50±0,5) Гц; стабилизатор напряжения типа СН-500 М, выходное напряжение (220±3,3) В;
- q. установка для поверки электрической прочности изоляции типа УПУ-1 м, мощность не менее 0,25 кВт;
- r. ртутные термометры типа ТЛ-16 по ГОСТ 2045-71, пределы измерения 0-40 °С, цена деления 0,5 °С;

- s. мегомметр типа М 1101 М, номинальное напряжение 500 В, класс точности 1,0;
- t. льдогенератор типа ЛГ-150;
- u. частотомер типа Ф 552, погрешность измерения не более 0,1 Гц;
- v. хронометр по ГОСТ 8916-77;
- w. барометр типа ИР, предел допускаемой основной погрешности ± 30 Па;
- x. лупа типа ЛП1 по ГОСТ 25706-83, с увеличением 2,5-7*;
- y. этиловый гидролизный спирт по ГОСТ 17299-78;
- z. жидкий азот по ГОСТ 9293-74;
- aa. твердая двуокись углерода по ГОСТ 12162-77.

2.2. Допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении средства поверки, прошедшие метрологическую аттестацию в органах государственной или, с их разрешения, ведомственной метрологической службы, удовлетворяющие по точности требованиям настоящего стандарта.

2.3. Предел допускаемой основной погрешности образцовых приборов должен быть не менее чем в четыре раза меньше предела допускаемой основной погрешности поверяемых приборов.

3. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- a. температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С для термометров классов 1,5; 2,5; 4,0 и (20 ± 2) °С - для термометров класса 1,0 и более точных;
- b. относительная влажность воздуха 30-80%;
- c. барометрическое давление (100000 ± 3300) Па;
- d. отклонение давления питания от его номинального значения не более $\pm 3\%$ (для термометров с пневматическим выходным сигналом);
- e. отклонение напряжения питания от номинального значения не более $\pm 2\%$, коэффициент высших гармоник не более 5% (для термометров с электрическим выходным сигналом);
- f. частота питания переменного тока $(50 \pm 0,5)$ Гц (для термометров с электрическим выходным сигналом и для термометров с электрическим приводом диаграммной бумаги);
- g. отсутствие электрических и магнитных полей (кроме земного) (для термометров с электрическим выходным сигналом);
- h. вибрация и тряска не должны достигать значений, вызывающих размах колебаний стрелки более 0,1 или пера более 0,2 основной погрешности;
- i. длина погружения термобаллона должна соответствовать указанной на термосистеме;
- j. термометры перед поверкой выдерживают при температуре (20 ± 2) °С не менее 24 ч.

4. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1. Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы.

4.1.1. Термометры устанавливают в рабочее положение и подключают в соответствии с нормативно-технической документацией (далее - НТД) на прибор.

4.1.2. Для самопишущих приборов необходимо вставить чистую диаграммную бумагу, заправить перо специальными чернилами и привести в действие механизм движения диаграммной бумаги в соответствии с НТД.

4.1.3. Заземляют корпус манометрического термометра.

4.1.4. Для термометров с электрическим выходным сигналом подключают образцовый миллиамперметр и подают питание за 2 ч до поверки.

4.1.5. Потенциометр и измерительную катушку выдерживают в помещении при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ не менее 24 ч.

4.1.6. Термостаты и печи подготавливают к поверке в соответствии с НТД.

5. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1. Помещения, где установлены термостаты, должны быть оборудованы противопожарными средствами по ГОСТ 12.4.009-83.

5.2. Помещения для поверки манометрических термометров должны быть оборудованы в соответствии с Санитарными правилами N 780-69, утвержденными Минздравом СССР.

5.3. Термостаты и поверяемые термометры должны быть заземлены.

5.4. Температура масла в термостате должна быть ниже температуры вспышки масла не менее чем на 10°C .

5.5. При работе с оловянным термостатом запрещается нагревание олова свыше 650°C . Исправность сливного крана и его нагревание определяют до нагревания олова.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие термометров требованиям ГОСТ 8624-80 в части внешнего вида, маркировки и упаковки.

6.2. Определение метрологических параметров

6.2.1. Электрическую прочность изоляции проверяют на специальной установке. Испытательное напряжение должно прикладываться между соединенными вместе выходными зажимами испытуемой цепи и корпусом. При проверке электрической прочности изоляции между отдельными электрическими цепями испытательное напряжение прикладывают к соединенным вместе зажимам одной и другой цепи. Она должна соответствовать требованиям ГОСТ 8624-80.

6.2.2. Сопротивление изоляции приборов измеряют мегомметром с номинальным напряжением 500 В. Оно должно соответствовать требованиям ГОСТ 8624-80.

6.2.3. Проверка самопишущего устройства

6.2.3.1. Привод лентопотяжного механизма или диска отключают. Нагревают термобаллон термометра, помещая его в термостат, до температуры, равной верхнему пределу шкалы. Затем охлаждают до температуры, равной нижнему пределу шкалы. Отклонение линии записи от отсчетной линии времени должно соответствовать ГОСТ 8624-80.

6.2.3.2. Проверку совпадения линии, записываемой неподвижным пером по движущейся диаграммной бумаге, с отсчетной линией температуры проводят при температуре, равной верхнему пределу шкалы (допускается механическое перемещение пера на требуемую отметку шкалы). Дисковая диаграммная бумага должна совершить полный оборот, а ленточная - передвижение не менее чем на 200 мм. Отклонение линии, записанной неподвижным пером по движущейся диаграммной бумаге, с отсчетной линией температуры должно соответствовать ГОСТ 8624-80.

6.2.4. Определение погрешности хода диаграммной бумаги

Диаграммную бумагу приводят в движение, ставят на нее отметку и проводят отсчет показаний хронометра. Через 24 ч (по хронометру) наносят вторую отметку (на дисковой диаграммной бумаге отметки наносят на отсчетной линии верхнего предела измерений).

Погрешность хода диаграммной бумаги Δ_D за 24 ч для приборов с часовым приводом определяют по формуле

$$\Delta_D = T_D - 1440, \quad T_D - \text{промежуток времени по диаграммной бумаге, мин.}$$

Погрешность хода диаграммной бумаги ΔD за 24 ч для приборов с электрическим приводом определяют по формуле

$$\Delta_D = T_D \cdot \frac{f}{50} - 1440, \quad \text{где } f - \text{среднее значение частоты тока за 24 ч, Гц.}$$

Поправку на отклонение частоты тока, питающего синхронный микродвигатель, от номинальной частоты 50 Гц вводят по показаниям частотомера, погрешность которого не должна превышать $\pm 0,1$ Гц.

Погрешность хода диаграммной бумаги не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 8624-80.

6.2.5. Определение основной погрешности показаний, записи и выходных сигналов проводят, выполняя следующие требования:

- а. у приборов с сигнальным устройством сигнальные стрелки должны быть отведены в крайнее положение;
- б. у приборов с регулирующим устройством указатель пределов пропорциональности устанавливают на отметку 100%, ручку настройки времени изодрома - на отметку 0,1 мин;
- с. у самопишущих приборов отключают привод лентопотяжного механизма или диска.

6.2.5.1. Основную погрешность показаний, записи и выходных сигналов определяют по ГОСТ 8624-80.

При обратном ходе поверку допускается проводить на трех отметках шкалы диаграммной бумаги (начальной, средней и конечной). Показания поверяемого термометра отсчитывают с погрешностью не более 0,2 наименьшего деления шкалы термометра.

При определении основной погрешности и вариации показаний конденсационных приборов время выдержки термобаллона в термостате перед снятием показаний допускается увеличить до 20 мин.

6.2.5.2. Основную погрешность показаний или записи прибора Δ_{Π} определяют, как наибольшую разность по абсолютному значению, вычисленную по формулам:

$\Delta_{\Pi_1} = t_1 - t; \Delta_{\Pi_2} = t_2 - t$, где t - значение температуры, определенное по образцовому термометру;

t_1 и t_2 - показания поверяемого термометра при прямом и обратном ходах.

6.2.5.3. Основную приведенную погрешность в процентах показаний или записи прибора ГОСТ 8.305-78 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Термометры манометрические. Методы и средства поверки определяют по формуле

$\delta_{\Pi} = \frac{\Delta_{\Pi}}{t_K - t_H} \cdot 100$, где t_K и t_H - значения температуры, соответствующие конечной и начальной отметкам шкалы термометра.

6.2.5.4. Основную погрешность выходных сигналов Δ_{C_1} и Δ_{C_2} определяют, как наибольшую разность по абсолютному значению, вычисленную по формулам:

$\Delta_{C_1} = x_1 - x; \Delta_{C_2} = x_2 - x$, где x_1 и x_2 - значения измеряемой величины на выходе преобразователя при прямом и обратном ходах;

x - значение величины на выходе, вычисленное по формуле

$$x = x_H + \frac{t - t_H}{t_K - t_H} \cdot (x_K - x_H).$$

6.2.5.5. Основную приведенную погрешность δ_C выходных сигналов в процентах определяют по формуле

$\delta_C = \frac{\Delta_C}{x_K - x_H} \cdot 100$, где x_K и x_H - диапазон выходного сигнала.

6.2.5.6. Основная погрешность показаний, записи и выходных сигналов не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 8624-80.

6.2.6. Вариацию показаний, записи b_{Π} и выходных сигналов b_C прибора определяют по пп. 6.2.5 и 6.2.5.1 как разность показаний, записи и значений выходных сигналов при прямом и обратном ходах температуры по формулам:

$$b_{\Pi} = t_1 - t_2; \quad b_C = x_1 - x_2.$$

6.2.6.1. Вариацию показаний, записи β_{Π} и выходных сигналов β_C в процентах определяют по формулам:

$$\beta_{\pi} = \frac{b_{\pi}}{t_K - t_H} \cdot 100, \quad \beta_c = \frac{b_c}{x_K - x_H} \cdot 100.$$

6.2.6.2. Вариация показаний записи и выходных сигналов не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 8624-80.

6.2.7. Погрешность и вариацию срабатывания сигнального устройства определяют по ГОСТ 8624-80. Они не должны превышать предела основной допускаемой погрешности низшего класса точности.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. На манометрические термометры, признанные годными при поверке органами Госстандарта, наносят поверительное клеймо.

7.2. Термометры, не удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, к применению не допускают, клеймо гасят.

8. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

1. Прочитайте руководство по использованию лабораторной установки МСИ 4.
2. Подготовьте установку к работе.
3. Производите измерения через каждые 2 минуты в течение 8 минут.
4. При остывании установки производите обратные измерения согласно п.3.
5. Запишите данные в таблицу.
6. произведите расчеты погрешностей, согласно ГОСТу.

Практическая работа № 17

Поверка термометра сопротивления

Цель работы: приобретение навыков работы по поверке термометров сопротивления.

Документация: ГОСТ Р 8.624-2006 ГСИ. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Для чего проводится поверка термометров сопротивления?
 - b. Перечислите материалы, используемые для изготовления чувствительных элементов термометров сопротивления.
 - c. Назовите основные термины и определения, используемые в данном стандарте, дайте их описание.
 - d. Назовите виды поверок ТС, проводимых в аккредитованных в установленном порядке поверочных лабораториях, дайте их характеристику.

- e. Перечислите, что должна включать в себя проверка отклонения зависимости сопротивления, опишите перечень операций поверки ТС.
- f. Перечислите средства поверки ТС, вспомогательное оборудование, охарактеризуйте требования к ним.
- g. Назовите условия, в которых производится поверка ТС.
- h. Перечислите этапы подготовки к поверке ТС и опишите их.
- i. Перечислите этапы проведения поверки ТС.
- j. Как производится обработка результатов поверки.
- k. Как производится расчет расширенной неопределенности поверки термометров сопротивления в термостате или калибраторе. Произведите расчёт, если $N=10$, $R_{si}=60$ Ом, $t(R_{si})=180^{\circ}\text{C}$.
- l. Произведите расчёт стандартной неопределенности, обусловленной нестабильностью температуры в термостате за время всех циклов измерений, $u(t_s)$ рассчитывают методом по типу В, если $t_{\max} = 265^{\circ}\text{C}$, $t_{\min} = 123^{\circ}\text{C}$.
- m. Перечислите источники неопределённости, учитываемые при расчёте бюджета неопределенности измерений температуры эталонным [образцовым] термометром сопротивления.
- n. Перечислите источники неопределённости, учитываемые при расчёте бюджета неопределенности измерения сопротивления градуируемого термометра сопротивления.
- o. Используя график отклонения зависимости Каллендара-Ван Дюзена от стандартной функции МТШ-90 в различных диапазонах температур, определите диапазон отклонений при температуре от 400°C до 600°C .

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГОСТ Р 8.624 - 2006

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗ ПЛАТИНЫ, МЕДИ И НИКЕЛЯ

Методика поверки

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации - ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева» (ФГУП

«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева») и Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы» («ВНИИМС»)

2 ВНЕСЕН Управлением метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2006 г. № 344-ст.

ТЕРМОМЕТРЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗ ПЛАТИНЫ, МЕДИ И НИКЕЛЯ

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на термометры сопротивления (далее - ТС) по ГОСТ Р 8.625-2006, предназначенные для измерения температуры от минус 200 °С до плюс 850 °С или в части данного диапазона, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок. В соответствии с настоящим стандартом могут быть поверены также чувствительные элементы (далее - ЧЭ) ТС, используемые в качестве средств измерений температуры.

Методика построения индивидуальной зависимости сопротивление - температура для ТС, требования к точности которых отличаются от требований ГОСТ Р 8.625-2006, приведена в приложении А.

Значения температуры в настоящем стандарте соответствуют Международной температурной шкале 1990 г. МТШ-90 [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 8.625-2006 Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 8.625-2006, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 поверка термометра сопротивления: Установление пригодности ТС к применению на основании контроля соответствия основных характеристик требованиям, установленным ГОСТ Р 8.625-2006 и техническими документами изготовителя.

3.2 градуировка термометра сопротивления: Определение сопротивления ТС при нескольких заданных значениях температуры (в градуировочных точках) в целях построения индивидуальной зависимости сопротивления ТС от температуры.

3.3 эталонный [образцовый] термометр: Термометр любого типа (термометр сопротивления, термоэлектрический преобразователь, жидкостный стеклянный термометр и т.д.), поверенный путем прямой или опосредованной передачи размера единицы от государственного первичного эталона единицы температуры и используемый для поверки ТС.

3.4 термостат: Устройство для воспроизведения и поддержания температуры в определенном объеме с нормированной однородностью в пространстве и стабильностью во времени.

3.5 калибратор: Термостат, снабженный встроенным эталонным [образцовым] термометром и дисплеем для отсчета значений воспроизводимой температуры.

Примечания

1 Термостаты и калибраторы подразделяют в зависимости от вида термостатируемой среды на жидкостные, сухоблочные и флюидные.

2 Калибраторы могут быть использованы как термостаты для поверки ТС сличением с внешним эталонным [образцовым] термометром.

3.6 реперная точка: Температура, характеризующая состояние равновесия различных фаз чистых веществ или смеси чистых веществ.

3.7 неопределенность измерений: Параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Примечания

1 Термины по 3.7-3.10 соответствуют РМГ 43-2001 и стандарту ЕА-4/02.

2 Сопоставление неопределенности измерений и оценок характеристик погрешности - в соответствии с РМГ 43.

3.8 стандартная неопределенность u : Неопределенность результата измерений, выраженная как среднее квадратическое отклонение (СКО).

Примечание - Различают два метода оценивания стандартной неопределенности: «по типу А» и «по типу В»:

- метод оценивания по типу А - оценивание неопределенности путем статистического анализа результатов многократных измерений;

- метод оценивания по типу В - оценивание неопределенности иным, чем статический анализ результатов измерений, способом.

3.9 суммарная стандартная неопределенность u_c : Стандартная неопределенность результата измерений, полученного через значения других величин, равная положительному квадратному корню суммы членов, являющихся дисперсиями или ковариациями этих других величин, взвешенными в соответствии с тем, как результат изменяется при изменении этих

величин.

Примечание - Суммарная стандартная неопределенность измерения сопротивления (температуры), оцениваемая в соответствии с настоящим стандартом, равна квадратному корню из суммы квадратов стандартных неопределенностей, входящих в бюджет неопределенности измерений.

3.10 расширенная неопределенность U : Величина, определяющая интервал вокруг результата измерений, в пределах которого находится большая часть значений, с достаточным основанием могущих быть приписанными измеряемой величине.

Примечание - Расширенную неопределенность рассчитывают умножением суммарной стандартной неопределенности на коэффициент охвата k , который в настоящем стандарте принят равным двум ($k = 2$) в предположении нормальности закона распределения возможных значений измеряемой величины при доверительной вероятности $P = 0,95$.

3.11 неопределенность поверки термометра сопротивления: Неопределенность результата измерения сопротивления ТС при заданной температуре (в градуировочной точке).

Примечание - Неопределенность поверки ТС в диапазоне температур - максимальная из неопределенностей результатов измерения сопротивления ТС во всех градуировочных точках в пределах диапазона.

3.12 бюджет неопределенности измерений: Сводная таблица составляющих суммарной стандартной неопределенности измерений.

3.13 нестабильность эталонного [образцового] термометра за межповерочный интервал: Изменение сопротивления термометра в температурном эквиваленте при температуре тройной точки воды за интервал времени между двумя последовательными поверками.

4 Общие положения

4.1 ТС подвергают первичной и периодической поверкам в аккредитованных в установленном порядке поверочных лабораториях. Первичную поверку совмещают с приемосдаточными испытаниями ТС, если ее выполняют в аккредитованной на право проведения поверки лаборатории предприятия-изготовителя. Периодичность поверки, устанавливаемая техническими документами на ТС конкретного типа, зависит от стабильности ТС и условий его эксплуатации.

4.2 Поверка ТС на соответствие требованиям ГОСТ Р 8.625-2006 должна включать в себя проверку отклонения зависимости сопротивление - температура ТС от номинальной статической характеристики (НСХ). Перечень операций поверки приведен в разделе 5.

4.3 Градуировку ТС в нескольких градуировочных точках в целях построения индивидуальной зависимости сопротивление - температура проводят как составную часть поверки для платиновых ТС, требования к точности которых отличаются от требований ГОСТ Р 8.625-2006. Рекомендуемая методика построения индивидуальной зависимости сопротивление - температура приведена в приложении А.

4.4 Периодическая поверка ТС, демонтаж которых невозможен или нежелателен, может быть осуществлена по специально разработанным и утвержденным в установленном порядке методикам, включающим в себя компьютерный многопараметрический сравнительный анализ

показаний группы ТС в процессе эксплуатации, сравнение ТС в условиях эксплуатации с временно вмонтированным в измерительный канал эталонным термометром и т.п. Методы бездемонтажной поверки настоящий стандарт не рассматривает.

5 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

Операции поверки

Наименование операции	Раздел, подраздел ГОСТ Р8.625-2006 (требования)	Подраздел настоящего стандарта (методика)	Обязательность проведения поверки	
			первичной	периодической
Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности	9	10.1	+	+
	10			
Проверка электрического сопротивления изоляции ТС при температуре (20 ± 5) °С	6.3	10.2	+	+
Проверка отклонения сопротивления ТС от НСХ при температуре в диапазоне от -5 °С до +30 °С	5.5.	10.3	+	+
	5.6			
Проверка отклонения сопротивления ТС от НСХ при температуре в диапазоне от 90 °С до 103 °С	5.5	10.4	+	+
	5.6			
Примечания 1 Четвертую операцию проводят только для ТС классов АА, А и В. 2 По согласованию с заказчиком проверка отклонения сопротивления ТС от НСХ может быть проведена также в дополнительных температурных точках, например, при температурах верхнего и нижнего пределов диапазона измерений.				

6 Средства поверки

6.1 Для поверки ТС применяют следующие основные средства поверки:

- эталонные (образцовые) термометры;
- термостаты;
- калибраторы;
- установки для реализации реперных точек;
- приборы для измерения сопротивления ТС и регистрации показаний эталонных ТС;
- приборы для измерения электрического сопротивления изоляции между выводами и защитным корпусом ТС.

6.2 Вспомогательное оборудование

- такое как штативы, защитные экраны, защитные очки, перчатки, стеклянные и кварцевые

пробирки, сосуды Дьюара и т.п., должно быть использовано при необходимости для обеспечения удобства и безопасности проведения измерений и в соответствии с инструкциями по применению средств измерений конкретных типов.

6.3 Эталонные [образцовые] термометры сопротивления

Должны быть использованы отечественные и импортные ТС, внесенные в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации и имеющие действующие свидетельства о поверке, расширенная неопределенность градуировки которых, указанная в свидетельстве о поверке (или в нормативно-технических документах), не превышает $1/3$ допуска поверяемых ТС при температурах поверки. Важной характеристикой при выборе эталонного ТС является его нестабильность за межповерочный интервал, учитываемая при расчете расширенной неопределенности поверки.

Примечание - Если в свидетельстве о поверке эталонного ТС указана доверительная погрешность при доверительной вероятности 95 %, то она не должна превышать $1/3$ допуска поверяемых ТС.

6.4 Термостаты и калибраторы

6.4.1 Для поверки ТС должны быть применены жидкостные переливные термостаты или жидкостные и флюидные термостаты других типов, имеющие действующее свидетельство о поверке или действующий аттестат испытательного оборудования и отвечающие следующим требованиям:

- неравномерность температуры в рабочем объеме термостата - не более $1/5$ допуска поверяемых ТС;

- нестабильность поддержания температуры как минимум за 30 мин - не более $1/5$ допуска поверяемых ТС.

Примечание - В приложении Б представлены рекомендуемые заполняющие среды для жидкостных термостатов в зависимости от диапазона температур (по стандарту ASTM E 644-04).

6.4.2 Для поверки ТС при температуре 0 °C допускается применять сосуды Дьюара и нулевые термостаты, наполненные смесью льда и воды. Неравномерность температуры в рабочем объеме термостата не должна превышать $\pm 0,01$ °C.

6.4.3 Для поверки ТС допускается применять сухоблочные термостаты и калибраторы, соответствующие следующим требованиям:

- каналы в выравнивающем блоке должны иметь изотермическую зону (зону с нормированным температурным градиентом) длиной не менее длины чувствительного элемента, поверяемого ТС, в любом случае не менее 40 мм. Точное расположение зоны должно быть указано в документах на термостат;

- нестабильность поддержания температуры в канале блока за время не менее 30 мин после установления стационарного режима термостата должна быть не более $1/5$ допуска поверяемых ТС;

- расхождение значений температуры между каналами блока (горизонтальный перепад температуры) должно быть не более $1/5$ допуска поверяемых ТС;

- вертикальный перепад температуры в изотермической зоне блока не должен превышать 1/3 допуска поверяемых ТС, неравномерность температуры на длине ЧЭ - не более 1/5 допуска поверяемых ТС;

- расширенная неопределенность воспроизведения температуры калибратором (установленная при поверке калибратора) не должна превышать 1/3 допуска поверяемых ТС.

При применении сухоблочного термостата для поверки ТС должны быть выполнены также следующие требования (соответствующие международному стандарту ЕА-10/13 [5]):

- в диапазоне температур от минус 80 °С до плюс 660 °С внутренний диаметр канала в блоке должен отличаться от внешнего диаметра поверяемого термометра не более чем на 0,5 мм. В диапазоне температур свыше 660 °С допускается различие диаметров до 1 мм. Для улучшения теплового контакта рекомендуется использовать различные теплопроводящие вещества, указанные в документах на термостат;

- глубина погружения ТС в блок должна быть по крайней мере в 15 раз больше, чем диаметр ТС плюс длина ЧЭ. Сухоблочные термостаты (калибраторы) рекомендуется использовать для поверки ТС, диаметр которых не более 6 мм. Если термостат используют для поверки ТС диаметром более 6 мм, необходимы дополнительные исследования неопределенности, вызванной теплоотводом по корпусу термометра в окружающую среду, которые должны быть проведены при поверке калибратора по требованию заказчика для всех предполагаемых диаметров, поверяемых ТС;

- условия поверки ТС должны быть максимально приближены к условиям, в которых была проведена поверка термостата (теплопроводящие вещества, средства для изоляции выравнивающего блока сверху, число одновременно поверяемых ТС).

6.5 Аппаратура для реализации реперных точек

6.5.1 Для поверки ТС в диапазоне температур от минус 5 °С до плюс 30 °С рекомендуется использовать следующие реперные точки МТШ-90 [1]:

- тройную точку воды (0,01 °С);
- точку плавления галлия (29,7646 °С).

6.5.2 Для реализации тройной точки воды должна быть использована ампула тройной точки воды, установленная в нулевой термостат или сосуд Дьюара. Допускается использовать жидкостные термостаты, имеющие действующее свидетельство о поверке или действующий аттестат испытательного оборудования, для которых нестабильность поддержания температуры и неравномерность температуры в рабочем объеме не превышает $\pm 0,01$ °С.

6.5.3 Для реализации точки плавления галлия должна быть использована установка, включающая в себя ампулу с заплавленным галлием (чистота галлия не менее 99,9999 % по объему), установленную в термостат или калибратор. Ампула должна быть поверена с помощью эталонных ТС. Термостат должен иметь действующее свидетельство о поверке или действующий аттестат испытательного оборудования. Установка должна обеспечить воспроизводимость температуры фазового перехода не более $\pm 0,001$ °С.

Примечание - Основные принципы реализации фазовых переходов изложены в документе Международного бюро мер и весов «Дополнительная информация к шкале МТШ-90» [6].

6.5.4 Для поверки в диапазоне температур от 90 °С до 103 °С допускается применять паровой термостат, имеющий действующее свидетельство о поверке или действующий аттестат испытательного оборудования, для которого нестабильность поддержания температуры составляет не более $\pm 0,03$ °С.

6.6 Измерительная аппаратура

6.6.1 Для измерения сопротивления эталонных и поверяемых ТС должны быть применены мосты постоянного и переменного токов, цифровые мультиметры, многоканальные прецизионные измерители температуры, установки типа автоматизированное рабочее место для поверки термометров сопротивления (АРМ ПТС), внесенные в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации, расширенная неопределенность измерений, сопротивления которых не превышает 1/10 допуска поверяемых ТС (в эквиваленте сопротивления).

6.6.2 Для измерения сопротивления эталонных и поверяемых ТС могут быть также применены электроизмерительные установки, включающие в себя прецизионные вольтметры и потенциометры, источники тока, образцовые меры сопротивления, коммутирующие средства и переключатели. Расширенная неопределенность измерения сопротивления с учетом характеристик всех приборов, входящих в состав установки, не должна превышать 1/10 допуска поверяемых ТС (в эквиваленте сопротивления).

6.6.3 Если для поверки применяют измерители температуры со встроенной программой, позволяющей отсчитывать показания в единицах температуры или отклонения температуры от НСХ, то неопределенность измерения, выполненного с использованием таких измерителей, не должна превышать 1/10 допуска поверяемых ТС.

6.6.4 Если в качестве эталонного термометра используют не ТС, а термометр другого типа (термоэлектрический преобразователь, жидкостный стеклянный термометр и т.д.), то необходимы соответствующие методы отсчета показаний и измерительные приборы.

6.7 Для измерения электрического сопротивления изоляции между выводами и защитным корпусом ТС должны быть применены мегомметры типов Ф 4102/01 -1М, Е6-17 или другие измерительные приборы с верхним пределом измерения не ниже 500 МОм и пределом погрешности, не превышающим $\pm 5\%$.

6.8 Перед использованием средств поверки ТС необходимо провести расчет ожидаемой расширенной неопределенности поверки ТС поданным свидетельств о поверке термостата или калибратора и о поверке всех остальных используемых средств измерений по методике, изложенной в разделе 11. Рассчитанная расширенная неопределенность поверки ТС (или предел погрешности поверки) должна быть в два раза меньше требуемого допуска ТС по ГОСТ Р 8.625-2006. Пример оценивания расширенной неопределенности поверки ТС класса А при температуре 95 °С в лаборатории с использованием жидкостного термостата приведен в приложении В. Пример оценивания расширенной неопределенности градуировки ТС в сухоблочном термостате при температуре 400 °С приведен в приложении Г.

7 Условия поверки и требования к квалификации поверителей

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха в помещении, предназначенном для поверки, должна быть (20 ± 5) °С; относительная влажность не более 80 %; атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;

- вибрация, тряска, удары, магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу эталонных ТС и других средств поверки, должны быть исключены;

- напряжение питания сети должно быть в пределах, установленных эксплуатационными документами на средства поверки.

7.2 К проведению поверки должны быть допущены лица, имеющие необходимую квалификацию и аттестованные в качестве поверителей.

8 Требования безопасности

8.1 Должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.2.007.0.

8.2 Следует соблюдать осторожность при работе с масляными и солевыми термостатами, не допускать попадания влаги в рабочую среду.

8.3 Запрещается трогать нагретый ТС руками и класть его на легковоспламеняющиеся поверхности.

8.4 При использовании сжиженных газов необходимо соблюдать осторожность и не допускать попадания жидких газов на открытые участки тела. При заполнении сосудов Дьюара и извлечении из них охлажденных ТС необходимо пользоваться хлопчатобумажными перчатками.

8.5 При работе со стеклянными сосудами Дьюара необходимо пользоваться защитными очками. Не допускается уплотнять лед в стеклянных сосудах металлическими и остроконечными предметами.

9 Подготовка к поверке

9.1 Проверка документации

Перед проведением поверки проверяют наличие: инструкций по эксплуатации средств поверки, аттестатов испытательного оборудования, свидетельств о поверке средств измерений, паспорта, клейма или свидетельства о предыдущей поверке ТС.

9.2 Подготовка средств поверки

Все средства поверки, такие как термостаты, калибраторы, установки для реализации реперных точек, измерительные приборы, должны быть подготовлены к работе в соответствии с инструкциями по их эксплуатации. Должно быть обеспечено правильное заземление приборов и должны быть выполнены все требования безопасности.

9.3 Экспериментальная оценка неопределенности единичного измерения сопротивления в условиях конкретной поверочной лаборатории

9.3.1 Неопределенность единичного измерения сопротивления определяют при температурах, близких к градуировочным точкам, отдельно для ТС различных номинальных сопротивлений, поверяемых в данной лаборатории. Допускается использовать термостатированные меры сопротивления с номинальными значениями, близкими к номинальным значениям поверяемых ТС.

9.3.2 Рекомендуется проводить измерения в реперной точке в нулевом термостате при 0 °С или в высокостабильном жидкостном термостате (нестабильность не более $\pm 0,002$ °С). Проводят не менее 50 отсчетов сопротивления и рассчитывают СКО результата измерения. Для

автоматических цифровых мостов необходимо использовать те же параметры при проведении каждого измерения (время интегрирования, время отсчета и т.п.), что и при проведении поверки. Значение СКО $U(r_{lab})$ рассчитывают либо автоматически измерительным мостом, либо, при регистрации поверителем отдельных отсчетов, по формуле

$$u(r_{lab}) = \sqrt{\sum_{i=1}^{N_{lab}} \frac{(R_i - R_s)^2}{N_{lab} - 1}}, \text{ где}$$

N_{lab} - число отсчетов сопротивления ТС;

R_i - результат i -го отсчета;

R_s - среднее значение сопротивления.

10 Проведение поверки и обработка результатов поверки

10.1 Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности

10.1.1 Визуальный осмотр ТС должен показать, что защитный корпус, внешние клеммы и внешние провода ТС не имеют видимых разрушений, резьба на клеммах, клеммных головках и штуцерах не имеет механических повреждений. ТС с загрязненной поверхностью защитной арматуры к поверке не допускают.

10.1.2. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие ТС требованиям ГОСТ Р 8.625-2006 в части маркировки и комплектности.

10.1.3 При невыполнении требований 10.1 ТС к дальнейшей поверке не допускают.

10.2 Проверка электрического сопротивления изоляции термометров сопротивления при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$

10.2.1 Подключают клеммы прибора для измерения электрического сопротивления к выводам и защитному корпусу ТС. Подают измерительное напряжение 100 В.

10.2.2 Показания снимают в течение 10 с после подачи напряжения и фиксируют минимальное значение сопротивления. Сопротивление изоляции ТС должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.625-2006. ТС, не удовлетворяющие требованиям ГОСТ Р 8.625-2006, к дальнейшей поверке не допускают.

10.3 Проверка отклонения сопротивления термометров сопротивления от номинальной статической характеристики при температуре от минус 5°C до плюс 30°C

Проверку отклонения сопротивления ТС от НСХ выполняют сличением с эталонным [образцовым] термометром при 0°C в нулевом термостате или сосуде Дьюара, заполненном смесью льда и воды, при другой температуре в диапазоне от минус 5°C до плюс 30°C в термостатах (жидкостных, сухоблочных, флюидных) либо измерением в реперных точках (тройной точке воды, точке плавления галлия).

10.3.1 Сличение с эталонным [образцовым] термометром сопротивления в жидкостном термостате

10.3.1.1 Эталонный ТС и поверяемые ТС помещают в рабочий объем термостата на глубину не менее минимальной глубины погружения, указанной в паспорте на ТС. Если

монтажная длина поверяемых ТС более минимальной глубины погружения эталонного [образцового] ТС или равна ей, то ЧЭ всех ТС должны находиться на одном уровне. Если монтажная длина поверяемых ТС менее минимальной глубины погружения эталонного [образцового] ТС, то ТС погружают в термостат на монтажную длину и в результате измерения вводят поправку на перепад температуры между средними точками ЧЭ поверяемых и эталонного [образцового] ТС (по 11.7).

Примечание - При поверке ТС монтажной длиной менее 50 мм рекомендуется использовать переливной жидкостный термостат и специальные средства для герметизации контактной головки.

10.3.1.2 Поверяемые ТС подключают к измерительной установке в соответствии со схемой соединения внутренних проводов ТС и схемами внешних электрических подключений приборов. Необходимо строго соблюдать инструкцию по подключению и заземлению электроизмерительной аппаратуры. Подключение ТС к переключателям должно обеспечивать надежный электрический контакт. Поверхность наконечников и выводных проводов ТС должна быть очищена от пленки оксидов. Измерительный ток должен соответствовать указанному в спецификации на ТС. При использовании электроизмерительной установки постоянного тока должна быть обеспечена компенсация паразитных термоэлектродвижущих сил (ТЭДС) во время измерений, например путем переключения направления тока.

10.3.1.3 После достижения стабильного состояния (сопротивление ТС не изменяется более чем на $1/10$ допуска за 5 мин) проводят цикл измерений: измеряют температуру эталонным ТС, затем последовательно измеряют сопротивление поверяемых ТС и вновь повторяют измерение эталонным ТС. При использовании автоматических мостов результат каждого измерения должен быть получен как среднее арифметическое значение не менее чем из пяти отсчетов. Цикл измерений повторяют не менее двух раз. Температура эталонного ТС за все время измерений не должна измениться более чем на $1/5$ допуска поверяемых ТС.

Примечания

1 При использовании двухпроводной схемы соединения внутренних выводов и подключения к измерительной установке необходимо из результата измерения сопротивления ТС вычесть значение сопротивления соединительных проводов и значение сопротивления внутренних выводов (если оно указано на термометре или в сопроводительной документации).

2 При использовании трехпроводной схемы соединения внутренних выводов необходимо измерить сопротивление между двумя контактами, соединенными с цепью, включающей в себя ЧЭ, и двумя контактами, соединенными с парой проводников, идущих из одной точки ЧЭ, и затем вычесть значение второго сопротивления из значения первого.

10.3.1.4 По данным измерений рассчитывают среднее арифметическое значение и размах температуры в термостате, средние значения сопротивлений поверяемых ТС. Допускается использовать самостоятельное или входящее в комплект поставки средств поверки аттестованное программное обеспечение, предназначенное для автоматизации процессов градуировки и поверки ТС, обработки и хранения результатов.

10.3.1.5 Расчет расширенной неопределенности результата измерения проводят по методике, изложенной в разделе 11.

10.3.2 Сличение с эталонным [образцовым] термометром сопротивления при температуре 0°C

10.3.2.1 Для определения сопротивления ТС при 0 °С рекомендуется использовать термостат или сосуд Дьюара, заполненный смесью мелкодробленого льда и охлажденной воды. Лед должен быть увлажнен и уплотнен по всей массе, чтобы в смеси льда и воды не было пузырей воздуха и излишка воды.

10.3.2.2 Условия погружения ТС и подключения к измерительной установке - по 10.3.1.1 и 10.3.1.2. Толщина слоя льдоводяной смеси, окружающей термометры, не должна быть менее 30 мм.

После достижения стабильного состояния проводят измерение температуры эталонным ТС, затем последовательно измеряют сопротивление поверяемых ТС. Необходимо провести не менее 10 отсчетов сопротивления для каждого ТС. По полученным данным рассчитывают среднее арифметическое значение сопротивления ТС и СКО среднего арифметического значения.

Расчет расширенной неопределенности результата измерений проводят по методике, изложенной в разделе 11.

10.3.3 Сличение с образцовым термометром сопротивления в сухоблочном термостате (калибраторе)

10.3.3.1 Сухоблочные термостаты рекомендуется применять для поверки и градуировки ТС, диаметр корпуса которых не превышает 6 мм. Необходимо точно соблюдать условия загрузки блока, зазоры между ТС и каналами блока и условия тепловой изоляции блока, при которых была проведена поверка калибратора.

10.3.3.2 Перед использованием термостата необходимо проверить чистоту каналов металлического блока и размер кольцевых зазоров между ТС и внутренними стенками каналов, которые должны быть не более 0,1 мм. Допускается использование блока с кольцевым зазором до 0,5 мм при условии заполнения зазора сухим мелкодисперсным порошком оксида алюминия.

10.3.3.3 При поверке ТС с погружаемой частью переменного диаметра необходимо использовать медные и латунные трубки соответствующего диаметра, обеспечивающие плотную посадку на утонченную часть поверяемого ТС.

10.3.3.4 Методика проведения измерений - по 10.3.1. Расчет неопределенности результата градуировки проводят по методике, изложенной в разделе 11.

10.3.4 Поверка термометра сопротивления в реперных точках

10.3.4.1 Поверка в тройной точке воды

Предварительно охлажденный ТС погружают в ампулу тройной точки воды, установленную в термостате или сосуде Дьюара. Измерения сопротивления ТС начинают не ранее чем через 15 мин после погружения и продолжают не менее 5 мин. Проводят не менее 10 отсчетов сопротивления. Измерительный ток должен быть равен указанному в документах на термометр конкретного типа. Показания измерительной установки не должны регистрировать тенденции к увеличению или уменьшению сопротивления ТС. По полученным данным рассчитывают среднее арифметическое значение сопротивления ТС и СКО среднего

арифметического значения. Расчет расширенной неопределенности результата градуировки проводят по методике, изложенной в разделе 12.

10.3.4.2 Поверка в точке плавления галлия

ТС погружают в ампулу с галлием после того, как зафиксировано начало температурной площадки фазового перехода. ТС подключают к установке для измерения сопротивления. Измерительный ток должен быть равен указанному в документах на термометр конкретного типа. После стабилизации показаний проводят измерение сопротивления ТС в течение не менее 5 мин. Необходимо зафиксировать не менее 10 отсчетов. Не должно быть выявлено тенденции к увеличению или уменьшению сопротивления ТС в процессе измерений. По полученным данным рассчитывают среднее значение сопротивления ТС и СКО среднего значения. Расчет расширенной неопределенности результата градуировки проводят по методике, изложенной в разделе 12.

10.3.5 Критерий годности термометра сопротивления

ТС считают годным и допускают к дальнейшей поверке в том случае, если отклонение его сопротивления от НСХ с учетом расширенной неопределенности результата измерения не превышает допуск соответствующего класса, т.е. выполнены одновременно два неравенства:

$$(R_k(t_x) - R_{НСХ}(t_x) + U) / \frac{dR}{dt} \leq +\Delta t_x, \quad (R_k(t_x) - R_{НСХ}(t_x) - U) / \frac{dR}{dt} \geq -\Delta t_x, \quad \text{где}$$

$R_k(t_x)$ - среднее значение сопротивления поверяемого ТС, Ом;

t_x - средняя температура, измеренная эталонным ТС, °С;

$R_{НСХ}(t_x)$ - значение сопротивления ТС по НСХ при температуре t_x , Ом;

U - расширенная неопределенность результата измерения сопротивления ТС, рассчитанная по методике, изложенной в разделе 11, Ом;

dR/dt - чувствительность ТС по НСХ при температуре t_x , Ом/°С;

$\pm \Delta t_x$ - допуск ТС по ГОСТ Р 8.625-2006 при температуре, °С.

10.4 Проверка отклонения сопротивления термометра сопротивления от номинальной статической характеристики при температуре от 90 °С до 103 °С.

Проверку проводят для ТС классов АА, А и В сличением с эталонным [образцовым] ТС в жидкостном, сухоблочном или паровом термостате по методике, изложенной в 10.3.1. Критерий годности - по 10.3.5.

Примечание - Использование паровых термостатов, реализующих точку кипения воды, - в соответствии с техническим описанием и инструкцией по их применению.

11 Расчет расширенной неопределенности поверки термометров сопротивления в термостате или калибраторе

11.1 Суммарную стандартную и расширенную неопределенность поверки ТС рассчитывают для каждой температуры поверки. При расчете суммарной неопределенности поверки учитывают неопределенность измерений температуры эталонным [образцовым]

термометром и неопределенность измеренного значения сопротивления поверяемого термометра. Для расчета используют данные, полученные при проведении измерений (раздел 10), данные, полученные при предварительной экспериментальной оценке неопределенности, связанной со случайными эффектами при измерении в конкретной поверочной лаборатории (по 9.3), а также данные, приведенные в свидетельствах о поверке средств измерений: термостата, калибратора, реперной точки, эталонного ТС и измерительной установки.

11.2 При использовании сухоблочных термостатов (калибраторов) расчет неопределенности, приведенный в настоящей методике и основанный на данных свидетельства о поверке калибратора, относят только к поверке ТС диаметром, не превышающим 6 мм.

11.3 Значение температуры, определенное по показаниям эталонного ТС, рассчитывают по формуле

$t_x = t_s(R_s)$, где $t_s(R_s)$ - среднеарифметическое значение из результатов измерения температуры, определяемое по формуле

$$t_s(R_s) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t(R_{si}), \text{ где}$$

N - число измерений сопротивления эталонного ТС, выполненных при градуировке;

R_{si} - значение сопротивления эталонного ТС при i -м измерении;

$t(R_{si})$ - значение температуры, соответствующее i -му измерению, рассчитанное по интерполяционной зависимости сопротивление - температура, приведенной в свидетельстве о поверке эталонного ТС.

Примечание - При использовании эталонных термометров других типов среднее значение температуры определяют по показаниям соответствующих установок и с учетом соответствующих индивидуальных интерполяционных зависимостей.

11.4 Бюджет неопределенности для температуры, измеренной эталонным ТС, включает в себя следующие составляющие:

11.4.1 Стандартную неопределенность, обусловленную случайными эффектами при измерениях $u(r_{lab1-j})$, рассчитывают как СКО среднего значения результатов измерений, выполненных в одном измерительном цикле эталонным ТС по формуле

$$u(r_{lab1-j}) = \frac{u(r_{lab1})}{\sqrt{N_j}}, \text{ где}$$

$u(r_{lab1})$ - СКО единичного измерения сопротивления эталонного ТС, определенное по 9.3;

N_j - число измерений в одном измерительном цикле.

11.4.2 Стандартную неопределенность, обусловленную нестабильностью температуры в термостате за время всех циклов измерений, $u(t_s)$ рассчитывают методом по типу В по формуле

$$u(t_s) = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2\sqrt{3}}, \text{ где}$$

где t_{\max} , t_{\min} - соответственно максимальная и минимальная температура, измеренная эталонным ТС за время проведения всех измерительных циклов.

11.4.3 Стандартную неопределенность градуировки эталонного ТС $u(\delta t_c)$ рассчитывают по формуле

$$u(\delta t_c) = U_s / 2, \text{ где}$$

U_s - расширенная неопределенность градуировки эталонного термометра при $k = 2$, приведенная в свидетельстве о его поверке (или доверительная погрешность при доверительной вероятности 95 %).

11.4.4 Стандартную неопределенность, обусловленную неточностью электроизмерительной установки, $u(\delta R_s)$ рассчитывают следующим образом:

$u(\delta R_s) = U_s / 2$, где U_s - расширенная неопределенность измерения при $k = 2$, приведенная в свидетельстве о поверке установок для измерения сопротивления.

Примечания

1 Если в свидетельстве о поверке установки указан предел допускаемой погрешности $\pm \Delta_{\text{пр}}$ то стандартную неопределенность рассчитывают методом по типу В (нормальное распределение) по формуле $u(\delta R_s) = \Delta_{\text{пр}} / 3$.

2 Если измерительный мост работает с внешней образцовой мерой сопротивления и известны стандартная неопределенность U_s измеряемого отношения $S = R_{\text{ТС}} / R_{\text{обр}}$, а также стандартная неопределенность градуировки меры $u(\delta R_{\text{обр}})$, то стандартную неопределенность измерения сопротивления ТС $u(\delta R_s)$ определяют по формуле

$$u^2(\delta R_s) = S^2 u^2(\delta R_{\text{обр}}) + R_{\text{обр}}^2 u_s^2.$$

11.4.5 Стандартную неопределенность, вызванную ограниченной разрешающей способностью отсчетных устройств электроизмерительной установки, $u(\delta R_s)$ оценивают по типу В по формуле

$$u(\delta R_s) = \frac{a_{rs}}{\sqrt{3}}, \text{ где}$$

где $\pm a_{rs}$ - разрешающая способность установки для измерения сопротивления эталонного [образцового] ТС.

11.4.6 Стандартную неопределенность из-за нестабильности эталонного [образцового] ТС за межповерочный интервал $u(\delta t_T)$ оценивают методом по типу В по формуле

$$u(\delta t_T) = \frac{a_T}{\sqrt{3}}, \text{ где}$$

где $\pm a_T$ - интервал возможного изменения сопротивления эталонного ТС в тройной точке воды в температурном эквиваленте, определенный экспериментально при периодической поверке эталонного [образцового] термометра и приведенный в свидетельстве о его поверке.

11.5 Составляют бюджет неопределенности измерений температуры эталонным [образцовым] ТС (см. таблицу 2).

Таблица 2

Бюджет неопределенности измерений температуры эталонным [образцовым] термометром сопротивления

Источник неопределенности	Оценка стандартной неопределенности, тип, распределение, метод расчета	Коэффициент влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
Случайные эффекты при измерении	Тип А, нормальное распределение, $u(r_{lab1-j})$, 11.4.1	$1/C_1$	$u(r_{lab1-j})/C_1$
Нестабильность температуры в термостате	Тип В, равномерное распределение, $u(t_s)$, 11.4.2	1	$u(t_s)$
Градуировка эталонного термометра	Тип В, нормальное распределение, $u(\delta t_c)$, 11.4.3	1	$u(\delta t_c)$
Поверка измерительной установки	Тип В, нормальное распределение, $u(\delta r_s)$, 11.4.4	$1/C_1$	$1/C_1 \cdot u(\delta r_s)$
Разрешающая способность измерительной установки	Тип В, равномерное распределение, $u(\delta r_{rs})$, 11.4.5	$1/C_1$	$1/C_1 \cdot u(\delta r_{rs})$
Нестабильность эталонного термометра за межповерочный интервал	Тип В, равномерное распределение, $u(\delta t_T)$, 11.4.5	1	$u(\delta t_T)$
Примечание - C_1 - коэффициент чувствительности эталонного ТС dR/dt , Ом/°C, определяемый при температуре t_s по уравнению, приведенному в свидетельстве о поверке ТС.			

11.6 Суммарную стандартную неопределенность результата измерения температуры эталонным термометром $U_c(t_x)$ рассчитывают по формуле

$$u_c(t_x) = \sqrt{\frac{1}{C_1^2} u^2(r_{lab1-j}) + u^2(t_s) + u^2(\delta t_c) + \frac{1}{C_1^2} u^2(\delta r_s) + \frac{1}{C_1^2} u^2(\delta r_{rs}) + u^2(\delta t_T)}.$$

Примечание - Расчет неопределенности измерения температуры при использовании эталонных ТС, для которых характерны другие функции преобразования, проводят аналогично вышеизложенному.

11.7 Значение сопротивления, градуируемого ТС при температуре t_x рассчитывают по формуле

$$R_k(t_x) = R_{k0}(t_x) + C_2 \delta_{F1} + C_2 \delta_{F2},$$

где C_2 - коэффициент чувствительности ТС dR/dt , определяемый по уравнению НСХ ТС при температуре t_x ;

δt_{F1} - поправка, равная изменению температуры по вертикальной оси рабочего объема термостата или калибратора между средней точкой ЧЭ поверяемого ТС и эталонного ТС;

δt_{F2} - поправка, равная изменению температуры по горизонтальной оси между ЧЭ поверяемого ТС и эталонного ТС (или между каналами блока сухоблочного калибратора).

$R_{ks}(t_x)$ рассчитывают, как среднее арифметическое значение результатов измерения сопротивления ТС при градуировке по 10.2.1 по формуле

$$R_{ks}(t_x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_{ki}, \quad \text{где}$$

N - число измерений сопротивления ТС;

R_{ki} - результат i -го измерения сопротивления ТС.

Примечание - Поправки на вертикальный и горизонтальный градиенты температуры вводят по результатам исследований термостата в поверочной лаборатории. Если при проверке термостата или калибратора градиент температуры был определен только в виде пределов отклонения температуры от среднего значения $\pm a_{F1}$, $\pm a_{F2}$ либо если неизвестна длина 43 поверяемых термометров, то поправки принимают равными нулю. Градиент учитывают только введением неопределенности по 11.8.4.

11.8 Бюджет неопределенности измерений сопротивления ТС включает в себя следующие составляющие:

11.8.1 Стандартную неопределенность, обусловленную случайными эффектами при измерениях, выполненных в одном измерительном цикле поверяемым ТС, $u(r_{lab2-j})$ оценивают по формуле

$$u(r_{lab2-j}) = \frac{u(r_{lab2})}{\sqrt{N_j}}, \quad \text{где}$$

где $u(r_{lab2})$ - СКО единичного измерения сопротивления ТС, определенное по 9.3;

N_j - число измерений сопротивления ТС в каждом цикле.

11.8.2 Стандартную неопределенность измерений при проверке электроизмерительной установки $u(\delta r_k)$ рассчитывают следующим образом:

$$u(\delta r_k) = U_k / 2, \quad \text{где}$$

U_k - расширенная неопределенность измерения при $k = 2$, приведенная в свидетельстве о проверке установки для измерения сопротивления ТС.

Примечание - Если в свидетельстве о проверке установки указан предел допускаемой погрешности $\pm \Delta_{пр}$, то стандартную неопределенность рассчитывают методом по типу В (нормальное распределение) по формуле $u(\delta r_k) = \Delta_{пр}/3$.

11.8.3 Стандартную неопределенность, обусловленную ограниченной разрешающей способностью отсчетных устройств электроизмерительной установки, $u(\delta r_{rk})$ рассчитывают по формуле

$$u(\delta r_{rk}) = \frac{a_{rk}}{\sqrt{3}}, \quad \text{где}$$

где $\pm a_{rk}$ - разрешающая способность установки для измерения сопротивления ТС.

11.8.4 Стандартные неопределенности, обусловленные вертикальным и горизонтальным градиентами температуры в термостате или калибраторе, $u(\delta t_{F1})$, $u(\delta t_{F2})$ рассчитывают по формулам:

$$u(\delta t_{F1}) = \frac{a_{F1}}{\sqrt{3}}; \quad u(\delta t_{F2}) = \frac{a_{F2}}{\sqrt{3}}, \quad \text{где}$$

$\pm a_{F1}$, $\pm a_{F2}$ - диапазон изменения поправок к температуре, оцениваемый экспериментально при поверке термостата или калибратора.

11.9 Бюджет неопределенности измерения сопротивления ТС представлен в таблице 3.

Таблица 3.

Бюджет неопределенности измерения сопротивления градуируемого термометра сопротивления

Источник неопределенности	Оценка стандартной неопределенности, тип, распределение, методика расчета	Коэффициент влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
Случайные эффекты при измерении	Тип А, нормальное распределение, $u(r_{lab2-j})$, 11.8.1	1	$u(r_{lab2-j})$
Поверка измерительной установки	Тип В, нормальное распределение, $u(\delta r_k)$, 11.8.2	1	$u(\delta r_k)$
Разрешающая способность измерительной установки	Тип В, равномерное распределение, $u(\delta r_k)$, 11.8.3	1	$u(\delta r_k)$
Перепад температур по вертикальной оси рабочего объема	Тип В, равномерное распределение, $u(\delta t_{F1})$, 11.8.4	C_2	$C_2 u(\delta t_{F1})$
Перепад температур по горизонтальной оси рабочего объема (либо между каналами в блоке)	Тип В, равномерное распределение, $u(\delta t_{F2})$, 11.8.4	C_2	$C_2 u(\delta t_{F2})$

11.10 Суммарную стандартную неопределенность измерения сопротивления ТС $u_c(R_k)$ оценивают по формуле

$$u_c(R) = \sqrt{C_2^2 u_c^2(t_x) + u_c^2(R_k)}; \quad U = k u_c(R), \quad \text{где } k - \text{коэффициент охвата.}$$

11.12 Результат поверки

При $k = 2$ сопротивление градуируемого термометра при температуре t_x находится в интервале $R_k(t_x) \pm U$ с вероятностью 95 % в предположении нормального закона распределения. Неопределенность поверки ТС в единицах температуры рассчитывают делением U на коэффициент чувствительности C_2 .

12 Расчет расширенной неопределенности поверки термометров сопротивления в реперной точке

12.1 Значение температуры реперной точки t_{fp} и расширенная неопределенность этого значения $U(t_{fp})$ должны быть приведены в свидетельстве об аттестации установки с ампулой для реализации реперной точки. Стандартную неопределенность температуры $u(t_{fp})$ рассчитывают по формуле

$$u(t_{fp}) = U(t_{fp}) / 2$$

12.2 Бюджет неопределенности измерения сопротивления ТС составляют аналогично 11.8 - 11.9. Стандартную неопределенность, обусловленную случайными эффектами при измерениях, рассчитывают по формуле (14) как СКО среднего значения результатов измерений сопротивления ТС в реперной точке. Суммарную стандартную неопределенность $U_c(R_k)$ рассчитывают по формуле (19). В бюджет неопределенности не включают стандартные неопределенности, обусловленные вертикальным и горизонтальным градиентами температуры в блоке.

Суммарную стандартную неопределенность $U_c(R_{fp})$ и расширенную неопределенность U_{fp} поверки ТС в реперной точке определяют по формулам:

$$u_c(R_{fp}) = \sqrt{C_2^2 u_c^2(t_{fp}) + u_c^2(R_k)}; \quad U_{fp} = k u_c(R_{fp}), \text{ где } k - \text{коэффициент охвата.}$$

12.4 Результат поверки

При $k = 2$ значение сопротивления, градуируемого ТС при температуре t_{fp} находится в интервале $R_k \pm U$ с вероятностью 95 % в предположении нормального закона распределения вероятности. Неопределенность поверки ТС в единицах температуры рассчитывают делением U на коэффициент чувствительности C_2 .

13 Оформление результатов поверки

13.1 В процессе поверки поверитель должен вести протокол поверки, включающий в себя следующие данные: наименование и тип ТС, серийный номер ТС (или партии ТС), рабочий диапазон температур ТС, условное обозначение НСХ, наименование заказчика, данные измерений, заключение о годности, дату поверки, фамилию поверителя. Допускаются компьютерные записи и хранение протокола поверки.

13.2 При положительных результатах поверки на соответствие допускам по ГОСТ Р 8.625-2006 на корпус ТС наносят клеймо или оформляют свидетельство о поверке, в котором указывают наименование и тип ТС, серийный номер ТС (или партии ТС), рабочий диапазон температур ТС, условное обозначение НСХ, класс допуска и срок действия свидетельства. Подпись поверителя удостоверяют оттиском поверительного клейма.

13.3 По согласованию с заказчиком в свидетельстве о поверке допускается указывать результаты измерений, полученные при проведении поверки, и их неопределенность.

13.4 При поверке, включающей в себя градуировку термометра, выдают свидетельство о поверке, содержащее следующие данные:

- тип ТС, серийный номер ТС (или партии ТС), диапазон температур;
- таблицу значений сопротивления ТС при всех температурах градуировки;
- расширенную неопределенность измерения сопротивления ТС в каждой градуировочной точке либо в различных диапазонах температур;
- интерполяционную зависимость сопротивление - температура, определенную по результатам градуировки с указанием всех коэффициентов полинома Каллендара - Ван Дюзена (КВД) либо МТШ-90;
- срок действия свидетельства;
- подпись и клеймо поверителя.

13.5 При отрицательных результатах поверки оттиск поверительного клейма гасят или аннулируют свидетельство о поверке и выдают извещение о непригодности ТС с указанием причин.

Приложение А (рекомендуемое)

Методика построения индивидуальной зависимости сопротивление-температура для платиновых термометров сопротивления

А.1 Градуировку ТС и построение индивидуальной зависимости сопротивление - температура проводят как составную часть поверки для платиновых ТС, требования к точности которых отличаются от требований ГОСТ Р 8.625-2006.

А.2 Градуировку ТС проводят сличением с эталонным ТС в термостатах или калибраторах или измерением сопротивления ТС в реперных точках.

Примечание - В приложении Г приведен пример оценивания неопределенности градуировки ТС в сухоблочном калибраторе при температуре 400 °С.

А.3 Для построения индивидуальной зависимости сопротивление - температура платиновых ТС применяют две основные модели: функцию Каллендара - Ван Дюзена (КВД) и методику МТШ-90. Данные модели реализованы в большинстве современных вторичных преобразователей.

А.4 Для платиновых ТС моделью, наиболее точно реализующей международную температурную шкалу, является методика МТШ-90. Функция Каллендара - Ван Дюзена (функция КВД) является аппроксимирующей моделью, которая имеет неустранимое систематическое отклонение от МТШ-90, ограничивающее точность измерения температуры платиновым ТС. Систематическое отклонение функции КВД от МТШ-90 для различных диапазонов температур представлено на рисунке Д. 1 приложения Д.

А.5 Построение функции Каллендара - Ван Дюзена

А.5.1 Функция КВД имеет следующий вид:

Для диапазона температур от минус 200 °С до 0 °С:

$$R_t = R_0[1 + At + Bt^2 + C(t - 100^\circ \text{C})t^3]$$

Для диапазона температур от 0 °С до 850 °С:

$$R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$$

где R_t - сопротивление термометра, Ом, при температуре t °С;

R_0 - сопротивление термометра, Ом, при температуре 0 °С.

Для определения четырех неизвестных коэффициентов R_0 , A , B , C в формулах (А.1), (А.2) необходимы результаты градуировки ТС по крайней мере в трех точках выше 0 °С и в одной точке ниже 0 °С.

А.5.2 Точность интерполяционной функции зависит от неопределенности градуировки ТС в температурных точках, от числа точек и интервала температур между точками.

А.5.3 Метод построения функции КВД при минимальном числе температурных точек рекомендуется использовать только при градуировке ТС в реперных точках либо при градуировке в высокостабильном жидкостном термостате в узком диапазоне температур. Рекомендуется провести градуировку при температуре 0 °С и в двух точках рабочего диапазона выше 0 °С с примерно равным интервалом температур и при температуре нижнего предела ТС, если этот предел ниже 0 °С. Неопределенность измеренной температуры быстро возрастает при экстраполяции интерполяционной функции. Поэтому экстраполяция допустима не более чем на 20 °С за пределы градуировочного диапазона.

А.5.4 При использовании для градуировки ТС калибраторов или термостатов в диапазоне температур более 300 °С рекомендуется провести градуировку не менее чем в пяти температурных точках с интервалом не более 50 °С. В данном случае интерполяционную функцию рассчитывают с помощью аппроксимации по методу наименьших квадратов.

А.5.5 В диапазоне температур от 0 °С до 160 °С кривизна функции КВД очень мала. Для получения интерполяционной функции рекомендуется применять в этом диапазоне более экономичный метод МТШ-90 (см. А.6) с использованием одной градуировочной точки, кроме 0 °С, на конце диапазона и, если это необходимо, затем аппроксимировать полученный полином функцией КВД.

А.6 Метод МТШ-90

А.6.1 Метод построения интерполяционной зависимости для платиновых ТС по МТШ-90 основан на использовании двух стандартных функций относительных сопротивлений $W_r(T_{90})$, определенных в интервалах температур от 13,8033 до 273,16 К и от 0,01 °С до 961,78 °С и представляющих собой полиномы высоких степеней с известными коэффициентами:

$$\text{— от } 13,8033 \text{ до } 273,16 \text{ К: } \ln[W_r(T_{90})] = A_0 + \sum_{i=1}^{12} A_i \left[\frac{\ln(T_{90} / 273,16 \text{ К}) + 1,5}{1,5} \right]^i$$

$$\text{— от } 0^\circ \text{С до } 961,78^\circ \text{С: } W_r(T_{90}) = C_0 + \sum_{i=1}^9 C_i \left[\frac{T_{90} / \text{К} - 754,15}{481} \right]^i$$

коэффициенты функций имеют следующие значения:

$A_0 = -2,13534729;$	$C_0 = 2,78157254;$
$A_1 = 3,1832472;$	$C_1 = 1,64650916;$
$A_2 = -1,80143597;$	$C_2 = -0,1371439;$
$A_3 = 0,71727204;$	$C_3 = -0,00649767;$
$A_4 = 0,50344027;$	$C_4 = -0,00234444;$
$A_5 = -0,61899395;$	$C_5 = 0,00511868;$
$A_6 = -0,05332322;$	$C_6 = 0,00187982;$
$A_7 = 0,28021362;$	$C_7 = -0,00204472;$
$A_8 = 0,10715224;$	$C_8 = -0,00046122;$
$A_9 = -0,29302865;$	$C_9 = 0,00045724$
$A_{10} = 0,04459872;$	
$A_{11} = 0,11868632;$	
$A_{12} = -0,05248134;$	

А.6.2 Относительное сопротивление платинового ТС при температуре T_{90} определяют, как отношение сопротивления термометра при температуре T_{90} к сопротивлению в тройной точке воды по формуле

$$W(T_{90}) = R(T_{90})/R(273,16 \text{ K}).$$

Интерполяционную зависимость относительного сопротивления ТС от температуры рассчитывают, как сумму стандартной функции (А.3) или (А.4) и функции отклонения по формуле

$$W(T_{90}) = W_r(T_{90}) + \Delta W(T_{90}).$$

Вид функции $\Delta W(T_{90})$ определен для каждого температурного диапазона МТШ-90 и приведен в таблице А. 1. Коэффициенты функции рассчитывают по результатам градуировки в основных реперных точках МТШ-90. Перечень реперных точек и значения их температур приведены в 6.5.1.

Таблица А.1.

Вид функции отклонения и градуировочные точки в различных диапазонах температур

Диапазон температур, °С	Градуировочные точки	Вид функции отклонения
-189,3442 - 0,01	Ar, Hg, ТТВ	$a[W(T_{90})-1+b[W(T_{90})-1]\ln W(T_{90})]$
-38,8344 - 29,7646	Hg, ТТВ, Ga	$a[W(T_{90})-1+b[W(T_{90})-1]^2]$
0,01 - 29,7646	ТТВ, Ga	$a[W(T_{90})-1]$
0,01 - 156,5896	ТТВ, In	$a[W(T_{90})-1]$
0,01 - 231,928	ТТВ, In, Sn	$a[W(T_{90})-1+b[W(T_{90})-1]^2]$
0,01 - 419,527	ТТВ, Sn, Zn	$a[W(T_{90})-1+b[W(T_{90})-1]^2]$
0,01 - 660,323	ТТВ, Sn, Zn, Al	$a[W(T_{90})-1+b[W(T_{90})-1]^2+c[W(T_{90})-1]^3]$
0,01 - 961,78	ТВ, Sn, Zn, Al, Ag	$a[W(T_{90})-1+b[W(T_{90})-1]^2+c[W(T_{90})-1]^3+d[W(T_{90})-W(660,323 \text{ °C})]^2]$

Примечание

В таблице применены следующие обозначения:

ТТВ - тройная точка воды; Hg - тройная точка ртути; Ga - точка плавления галлия; In - точка затвердевания индия; Sn - точка затвердевания олова; Zn - точка затвердевания цинка; Al - точка

затвердевания алюминия; Ag - точка затвердевания серебра.

А.6.3 Допускается использовать для расчета коэффициентов функций отклонения относительные сопротивления, полученные сличением в термостатах с эталонным [образцовым] ТС в пределах заданного диапазона температур.

Приложение Б (справочное)

Рекомендуемые среды для жидкостных термостатов

Таблица Б.1

Рабочая среда в термостатах и характерный для нее рабочий диапазон температур

Среда	Диапазон температур, °С
Галоген (смеси СН-композиций)	от -150 до -70
Силиконовые масла	от -10 до 315
Легкие минеральные масла	от -75 до 200
Вода	от 0 до 95
GIT (Ga - 62 %; In - 21,5 %; Sn - 16 %)	от 15
Сухие флюиды	от 75 до 850
Расплавленные соли	от 200 до 620
Жидкое олово	от 315 до 540
<p>Примечание</p> <p>GIT не закипает примерно до 2000 °С, но может повредить некоторые материалы, т.к. смачивает поверхность и снимает с нее оксид. Алюминий и серебро подвергаются эрозии медленно при комнатной температуре и быстро при температуре выше 100 °С. Сталь марок 304 и 316 может находиться в контакте с GIT на воздухе при 406 °С в течение 520 дней без повреждений. Максимальная температура контакта со сталью марок 304 и 316 должна быть 650 °С.</p>	

Приложение В (справочное)

Пример оценки расширенной неопределенности поверки термометров сопротивления класса А при температуре 95 °С с применением жидкостного термостата

В.1 Информация о поверяемом термометре сопротивления

Термометр сопротивления типа ТСП. Условное обозначение НСХ - Pt 100. Класс А по ГОСТ Р 8.625-2006. Допуск при 95°С $\pm 0,34^{\circ}\text{C}$.

В.2 Средства измерений, используемые при поверке

В.2.1 Водяной термостат

Нестабильность температуры $\Delta_{\text{ст}} = \pm 0,02^{\circ}\text{C}$. Неравномерность температуры в рабочем объеме $a_{\text{F}} = \pm 0,01^{\circ}\text{C}$. Глубина погружения ТС 350 мм.

В.2.2 Эталонный термометр сопротивления

Расширенная неопределенность (или доверительная погрешность при доверительной вероятности 95 %) при 100 °C $U_{\Sigma} = \pm 0,12$ °C (1/3 допуска ТС).

Нестабильность за межповерочный интервал $a_{\Sigma} = \pm 0,05$ °C.

В.2.3 Мост постоянного тока

Предел основной допускаемой погрешности $\Delta_{пр} = \pm 0,002$ Ом.

СКО результата измерения сопротивления 100-омного ТС в поверочной лаборатории при 95 °C $u(r_{lab}) = 0,005$ Ом.

В.3 Бюджет неопределенности

Бюджет неопределенности измерения температуры в термостате представлен в таблице В.1. Бюджет неопределенности измерения сопротивления, поверяемого ТС представлен в таблице В.2.

Таблица В.1

Бюджет неопределенности измерения температуры в термостате

Источник неопределенности и метод расчета	Оценка стандартной неопределенности	Коэффициент влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
Случайные эффекты при измерении (по пяти измерениям) $u(r_{lab-5}) = u(r_{lab})\sqrt{5}$	0,0022	1/0,385	0,0058
Нестабильность температуры в термостате $u(t_s) = \Delta_{см}\sqrt{3}$	0,0116	1	0,0116
Градуировка эталонного термометра $u(\delta t_c) = U_{\delta}/2$	0,06	1	0,06
Электроизмерительная установка $u(\delta r_s) = \Delta_{np}/3$	0,00067	1/0,385	0,0017
Нестабильность эталонного термометра за межповерочный интервал $u(\delta t_s) = a_s\sqrt{3}$	0,0289	1	0,0289
Суммарная стандартная неопределенность температуры $u_c(t_x)$ °C	0,068		

Таблица В.2

Бюджет неопределенности измерения сопротивления поверяемого термометра сопротивления

Источник неопределенности	Оценка стандартной неопределенности	Коэффициент влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
Случайные эффекты при измерении $u(r_{lab-5}) = u(r_{lab})\sqrt{5}$	0,0022	1	0,002
Электроизмерительная установка $u(\delta r_k) = \Delta_{np}/3$	0,00067	1	0,00067
Перепад температуры в рабочем объеме	0,0058	0,385	0,0022

Суммарная стандартная неопределенность сопротивления $u_c(R_k)$, Ом	0,0032
--	--------

В.4 Расчет суммарной стандартной неопределенности поверки

Суммарную стандартную неопределенность поверки рассчитывают по формуле (19) при $C_2 = 0,385 \text{ Ом/}^\circ\text{C}$. $u_c(R) = 0,0262 \text{ Ом}$.

В.5 Расширенная неопределенность поверки

При $k = 2$ расширенная неопределенность поверки $U = 0,0524 \text{ Ом}$. В температурном эквиваленте $U_t = 0,136 \text{ }^\circ\text{C}$.

Вывод:

Комплекс средств поверки пригоден для поверки ТС класса А при температуре $(95 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$ (по 6.8 расширенная неопределенность поверки должна быть по крайней мере в два раза меньше допуска поверяемых ТС). Заключение о годности ТС должно быть выдано при условии выполнения соотношений:

$$\begin{aligned} (R_k(t_x) - R_{НСХ}(t_x) + U) / \frac{dR}{dt} &\leq +\Delta t_x ; \\ (R_k(t_x) - R_{НСХ}(t_x) - U) / \frac{dR}{dt} &\geq -\Delta t_x , \end{aligned}$$

где $R_k(t_x)$ - среднее значение сопротивления, поверяемого ТС, Ом;

t_x - средняя температура, измеренная эталонным ТС, $^\circ\text{C}$;

$R_{НСХ}(t_x)$ - значение сопротивления ТС по НСХ при температуре t_x , Ом;

U - расширенная неопределенность результата измерения сопротивления ТС, равная для данной лаборатории $0,0524 \text{ Ом}$;

dR/dt - чувствительность ТС по НСХ при температуре $95 \text{ }^\circ\text{C}$, равная $0,385 \text{ Ом/}^\circ\text{C}$;

Δt_x - допуск ТС по ГОСТ Р 8.625-2006 при температуре t_x , $^\circ\text{C}$.

Приложение Г (справочное)

Пример расчета расширенной неопределенности градуировки термометров сопротивления в сухоблочном термостате при температуре $400 \text{ }^\circ\text{C}$

Г.1 Информация о градуируемом термометре сопротивления

Термометр сопротивления модели ТЕ 065 типа Pt 100, фирма Rosemount, диаметр корпуса $6,35 \text{ мм}$, длина погружаемой части 350 мм .

Требования к расширенной неопределенности измерений при температуре $400 \text{ }^\circ\text{C}$: $\pm 0,46 \text{ }^\circ\text{C}$.

Г.2 Средства измерений, используемые при градуировке

Г.2.1 Сухоблочный термостат модели 9173, фирма Hart Scientific:

- блок D при температуре 400 °С,
- нестабильность температуры в блоке в стационарном режиме $\Delta t_{\text{ст}} = \pm 0,01$ °С;
- перепад температуры между каналами блока (радиальный градиент температуры) $a_{F1} = \pm 0,025$ °С;
- изменение температуры в изотермической зоне блока (вертикальный градиент температуры на длине 60 мм от дна канала) $a_{F2} = \pm 0,25$ °С;
- глубина погружения термометра в блок термостата 203 мм.

Г.2.2 Эталонный термометр сопротивления типа ЭТС-100 3-го разряда, «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева», доверительная погрешность при доверительной вероятности 95 % при 420 °С $U_{\Sigma} = \pm 0,07$ °С, нестабильность за межповерочный интервал $a_{\Sigma} = \pm 0,01$ °С.

Г.2.3 Мост постоянного тока «Super Thermometer 1590», фирма Hart Scientific. По спецификации изготовителя для входного сопротивления от 25 до 400 Ом при использовании опорной меры 100 Ом и измерительного тока 1 мА относительная погрешность нормирована как $6 \cdot 10^{-6}$ (6 ррт), что приводит к расширенной неопределенности измерений для сопротивления 250 Ом (соответствующего 400 °С) $U_s = \pm 0,0015$ Ом.

СКО результата измерения сопротивления в поверочной лаборатории «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» для ТС номинальным сопротивлением 100 Ом при температуре 420 °С, рассчитанного по результатам 100 измерений в реперной точке затвердевания цинка (время интегрирования 12 с, время каждого отсчета при двух направлениях тока 2 с), $u(r_{\text{lab}}) = 0,004$ Ом.

Г.3 Результаты измерений

Эталонный термометр сопротивления ЭТС-100 был подключен к одному из каналов измерительного моста, и в программу были введены коэффициенты интерполяционной зависимости сопротивление - температура по МТШ-90. Таким образом, ЭТС-100 регистрировал температуру калибратора в градусах Цельсия. К другому каналу моста был подключен поверяемый ТС. Время интегрирования было установлено на 12 с, время каждого отсчета при двух направлениях тока - на 2 с. Таким образом, каждый результат, приведенный в таблице, получен как среднее значение из результатов шести измерений. Проведен попеременный отсчет показаний эталонного и поверяемого ТС. Результаты приведены в таблице Г. 1.

Таблица Г.1

Результаты измерений

Термометр	ЭТС-100	ТЕ 065 Pt 100
Измеряемая величина	t, °С	R, Ом
Результаты измерений	400,0152	247,0673
	400,0186	247,0692
	400,0203	247,0705
	400,0196	247,0689
Среднее арифметическое значение	400,0184	247,0681
$t_{\text{max}} - t_{\text{min}}, ^\circ\text{C}$	0,0051	

Г.4 Бюджет неопределенности

Бюджет неопределенности измерения температуры в блоке представлен в таблице Г.2.

Бюджет неопределенности измерения сопротивления, поверяемого ТС представлен в таблице Г.3.

Таблица Г.2

Бюджет неопределенности измерения температуры в блоке

Источник неопределенности и метод расчета	Оценка стандартной неопределенности	Коэффициент влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
Случайные эффекты при измерении (по шести измерениям) $u(r_{\text{изб-б}}) = u(r_{\text{изб}})\sqrt{6}$	0,0016	1/0,35	0,0047
Нестабильность температуры в блоке $u(t_s) = (t_{\text{max}} - t_{\text{min}})2\sqrt{3}$	0,0015	1	0,0015
Градуировка эталонного ТС $u(\delta t_s) = U/2$	0,035	1	0,035
Электроизмерительная установка (по спецификации) $u(\delta r_s) = U/2$	0,0008	1/0,35	0,0023
Нестабильность эталонного ТС $u(\alpha_T) = \alpha_s \sqrt{3}$	0,0058	1	0,0058
Суммарная стандартная неопределенность измерения температуры $u_c(t_x), ^\circ\text{C}$	0,036		

Таблица Г.3

Бюджет неопределенности измерения сопротивления поверяемого термометра

Источник неопределенности	Оценка стандартной неопределенности	Коэффициент влияния	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
Случайные эффекты при измерении (по шести измерениям) $u(r_{\text{изб-б}}) = u(r_{\text{изб}})\sqrt{6}$	0,0016	1	0,0016
Электроизмерительная установка $u(\delta r_k) = U/2$	0,0008	1	0,0008
Перепад температур по вертикальной оси $u(\alpha_{F1}) = \alpha_{F1} \sqrt{3}$	0,1471	0,35	0,0515
Перепад температур между каналами в блоке $u(\alpha_{F2}) = \alpha_{F2} \sqrt{3}$	0,01471	0,35	0,0051
Суммарная стандартная неопределенность сопротивления $u_c(R_k), \text{Ом}$	0,0518		

Г.5 Расчет суммарной стандартной неопределенности градуировки

Суммарную стандартную неопределенность градуировки рассчитывают по формуле (19) при $C_2 = 0,35 \text{ Ом/}^\circ\text{C}$. $U_c(R) = 0,0532 \text{ Ом}$,

Г.6 Расширенная неопределенность градуировки и результат градуировки

При $k = 2$ расширенная неопределенность градуировки $U = 0,1064 \text{ Ом}$. В температурном эквиваленте $U_t = 0,304 \text{ }^\circ\text{C}$.

Вывод:

Сопротивление градуируемого ТС при температуре $400,02 \text{ }^\circ\text{C}$ находится в интервале $(247,068 \pm 0,106) \text{ Ом}$ с вероятностью 95 % в предположении нормального закона распределения вероятности. Расширенная неопределенность градуировки термометра в температурном эквиваленте составляет $0,30 \text{ }^\circ\text{C}$, что соответствует требованиям к расширенной неопределенности измерения температуры термометром ТЕ 065 Pt 100 при $400 \text{ }^\circ\text{C}$.

Приложение Д (справочное)

Отклонение зависимости Каллендара-Ван Дюзена от стандартной функции МТШ-90 в различных диапазонах температур

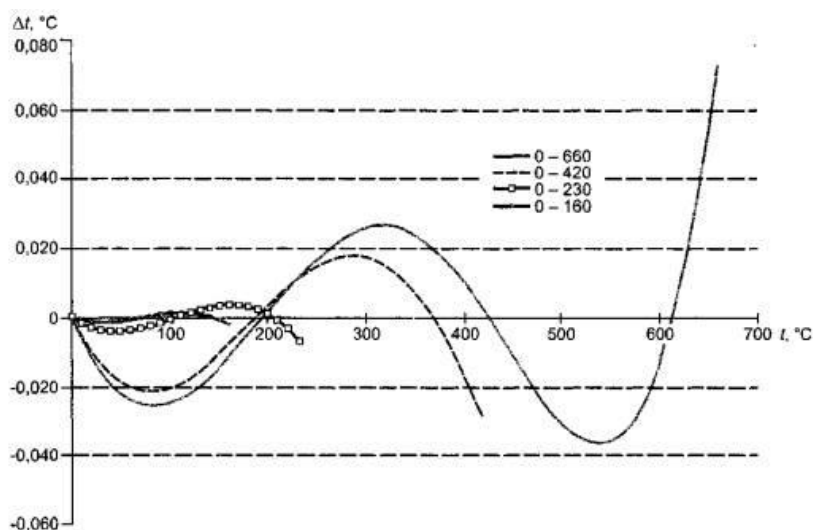


Рисунок Д.1 - Отклонение зависимости Каллендара-Ван Дюзена от стандартной функции МТШ-90 в различных диапазонах температур

Практическая работа № 18

Поверка термоэлектрического термометра

Цель работы: изучение типов, устройства, характеристик, правил и методик проведения поверки термоэлектрического термометра (термопары).

Документация: МИ 52-75 Методика поверки термометров термоэлектрических платиноводородных образцовых ПР 30/6 до $1800 \text{ }^\circ\text{C}$

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:

- a. Понятие «Термопара».
- b. Область применения термопар.
- c. Назовите типы термопар и их градуировки.
- d. Понятие «Градуировка» термопар.
- e. Устройство и принцип действия термопар.
- f. Поясните, как производится подключение термопары к измерительному прибору.
- g. Поясните принцип работы термопары.
- h. Поясните, производится выбор термопары для производства замеров температуры.
- i. Поясните особенности применения термопар в зависимости от их типа.
- j. Опишите методы проведения поверки термопар.
- k. Опишите методы проведения градуировки термопар.

Термопары широко применяют для измерения температуры различных объектов, а также в автоматизированных системах управления и контроля. Измерение температур с помощью термопар получило широкое распространение из-за надежной конструкции датчика, возможности работать в широком диапазоне температур и дешевизны.

Широкому применению термопары обязаны в первую очередь своей простоте, удобству монтажа, возможности измерения локальной температуры.

Они гораздо более линейны, чем многие другие датчики, а их нелинейность на сегодняшний день хорошо изучена и описана в специальной литературе. К числу достоинств термопар относятся также малая инерционность, возможность измерения малых разностей температур. Термопары незаменимы при измерении высоких температур (вплоть до 2200°C) в агрессивных средах. Термопары могут обеспечивать высокую точность измерения температуры на уровне $\pm 0,01^\circ\text{C}$. Они вырабатывают на выходе термоЭДС в диапазоне от микровольт до милливольт, однако требуют стабильного усиления для последующей обработки.

Таблица 3

Градуировка термопар

Тип термопары	Буквенное обозначение НСХ*	Материал термоэлектродов	Коэффициент термоЭДС, мкВ/°С (в диапазоне температур, °С)	Диапазон рабочих температур, °С	
Положительного	Отрицательного				
ТХА	К	Сплав хромель (90,5% Ni + 9,5% Cr)	Сплав алюмель (94,5% Ni + 5,5% Al, Si, Mn, Co)	35-42 (0-1300)	от -200 до +1200
ТХКн	Е	Сплав хромель (90,5% Ni +	Сплав константан	59-81 (0-600)	от-200 до+700

		9,5% Cr)	(55% Cu + 45% Ni, Mn, Fe)		
ТХК	L	Сплав хромель (90,5% Ni + 9,5% Cr)	Сплав копель (56% Си + 44% Ni}	64-88 (0-600)	от -200 до +600
ТПП13	R	Сплав платина-родий (87% Pt + 13% Rh)	Платина (Pt)	10-14 (600-1600)	от 0 до +1300
ТПП10	S	Сплав платина-родий (87% Pt -- 13% Rh)	Платина (Pt)	10-14 (600-1600)	от 0 до +1300
ТПР	B	Сплав платина-родий (70% Pt - 30% Rh}	Сплав платина-родий (94% Pt- 6% Rh)	10-14(1000-1800)	от 600 до+1700
ТВР	A-1	Сплав вольфрам-рений (95% W - 5% Re)	Сплав вольфрам-рений (80% W- 20% Re)	14-7 (1300-2500)	от 0 до +2200
	A-2				от 0 до +1800
	A-3				от 0 до +1800

Примечание: НСХ -- номинальные статические характеристики преобразования по международной классификации ТСС.

Термопары относятся к классу термоэлектрических преобразователей, принцип действия которых основан на явлении Зеебека (см. рисунок 1.): если спаи двух разнородных металлов, образующих замкнутую электрическую цепь, имеют неодинаковую температуру ($T \neq T_2$), то в цепи протекает электрический ток. Изменение знака у разности температур спаев сопровождается изменением направления тока.

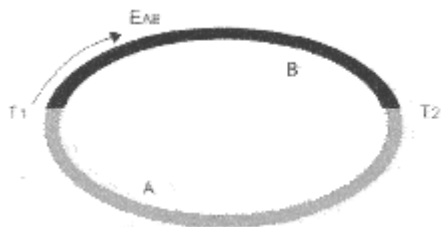


Рисунок 1. Явление Зеебека

Под термоэлектрическим эффектом понимается генерирование термоэлектродвижущей силы (термоЭДС), возникающей из-за разности температур между двумя соединениями различных металлов и сплавов.

Таким образом, термопара может образовывать устройство (или его часть), использующее термоэлектрический эффект для измерения температуры. В сочетании с электроизмерительным прибором термопара образует термоэлектрический термометр. Измерительный прибор или электронную измерительную систему подключают либо к концам термоэлектродов (см. Рисунок 2, а), либо в разрыв одного из них (см. Рисунок 2, б).

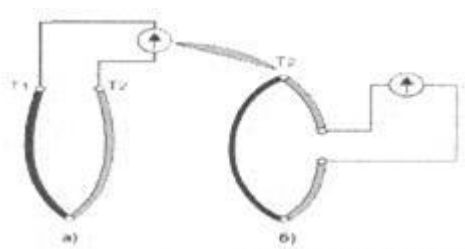


Рисунок 2 (а, б) - Подключение термопары к измерительному прибору

В местах подключения проводников термопары к измерительной системе возникают дополнительные термоЭДС. В результате их действия на вход измерительной системы фактически поступает сумма сигналов от рабочей термопары и от «термопар», возникших в местах подключения (см. Рисунок 3).

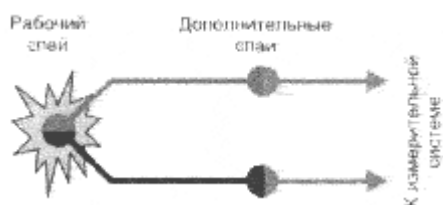


Рисунок 3. Принцип работы термопары

Существуют различные способы избежать этого эффекта. Самым очевидным из них является поддержание температуры холодного спая постоянной.

На практике при измерении температур широко используется техника «компенсации холодного спая»: температура холодного спая измеряется другим датчиком температуры, а затем величина термоЭДС холодного спая программно или аппаратно вычитается из сигнала термопары (см. Рисунок 4). Места подключения термопары к измерительной системе должны иметь одинаковую температуру, то есть находиться в изотермальной зоне. Кроме того, в схеме с компенсацией холодного спая в этой же зоне должен находиться и датчик температуры холодного спая.

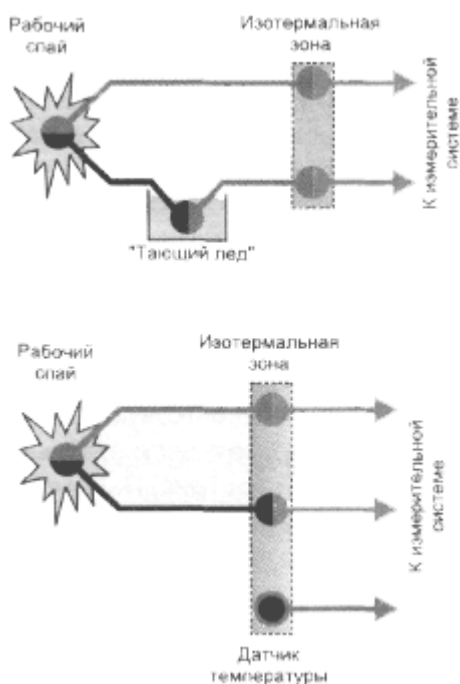


Рисунок 4. Техника компенсации холодного спая

Основные характеристики выпускаемых промышленностью термопар (см. Таблица 1) (ГОСТ 6616-94 «Преобразователи термоэлектрические»).

На рисунке 4 представлены зависимости ЭДС от температуры наиболее распространенных типов термопар, у которых температура холодного спая поддерживается равной 0°C. Из него видно, что термопары типа E наиболее чувствительны и развивают наибольшее выходное напряжение при одном и том же изменении температуры, чем другие. С другой стороны, термопары типа S являются наименее чувствительными. К сожалению, у большинства термопар эти зависимости в некоторых диапазонах температур носит нелинейный характер.

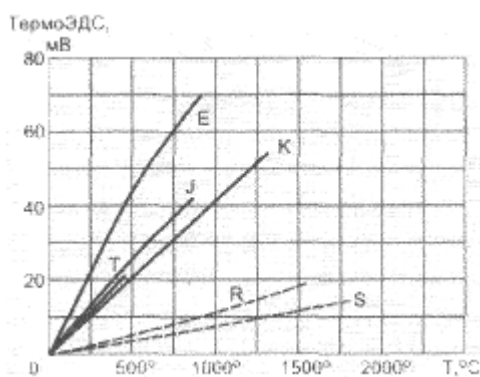


Рисунок 4. Зависимости ЭДС от температуры наиболее распространенных типов термопар

При выборе термопары для производства замеров температуры в некотором диапазоне следует выбирать ту термопару, коэффициент линейности которой изменяется менее других в рамках этого диапазона. Для достижения высокой точности измерений термопарного термометра во всем диапазоне рабочих температур необходима его калибровка. В ГОСТ 50431-92 «Термопары» приведены вид и порядок полинома, а также коэффициенты полиномиальной аппроксимации зависимости выходного напряжения термопар от температуры, которые определяются по градуировочным таблицам для каждого типа термопар.

Таблица 4.

Особенности применения термопар

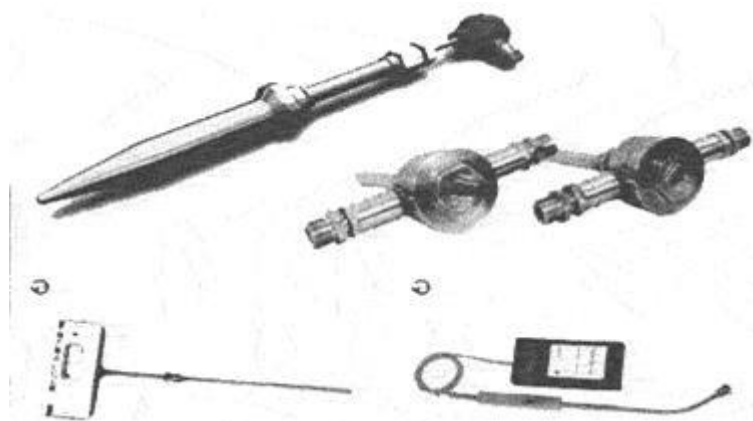
Тип термопары	Особенности применения
ТХА	Обладают: наиболее близкой к прямой характеристикой. Предназначены для работы в окислительных и инертных средах.
ТХК	Обладают: наибольшей чувствительностью; высокой термоэлектрической стабильностью при температурах до 600°C. Предназначены для работы в окислительных и инертных средах. Недостаток: высокая чувствительность к деформациям
ТПП	Обладают: хорошей устойчивостью к газовой коррозии, особенно на воздухе при высоких температурах; высокой надежностью при работе в вакууме. Предназначены для длительной эксплуатации в окислительных средах. Недостаток: высокая чувствительность термоэлектродов к любым загрязнениям, появившимся при изготовлении, монтаже или эксплуатации.
ТВР	Обладают: возможностью длительного применения при температурах до 2200°C в неокислительных средах; устойчивостью в аргоне, гелии, сухом водороде и азоте. Термопары с термоэлектродами из сплава платины с 10% родия относительно электрода из чистой платины могут использоваться как стандартные для установления номинальных статических характеристик термопар методом сравнения. Недостаток: плохая воспроизводимость термоЭДС, вынуждающая группировать термоэлектродные пары по группам с номинальными статическими характеристиками А-1, А-2, А-3.
ТНН	Обладают: высокой стабильностью термоЭДС (по сравнению с термопарами ТХА, ТПП, ТПР); высокой радиационной стойкостью; высокой стойкостью к окислению электродов. Предназначены в качестве универсального средства измерения температур в диапазоне температур 0-1230°C

В зависимости от конструкции и назначения различают термопары погружаемые и поверхностные; с обыкновенной, взрывобезопасной, влагонепроницаемой или иной оболочкой (герметичной или негерметичной), а также без оболочки; обыкновенные, вибротряскоустойчивые и ударопрочные; стационарные и переносные и т.д. Внешний вид некоторых конструкций термопар (см. Рисунок 5).

Основное применение термопары -электронные термометры.

Отечественная промышленность выпускает электронные термометры для измерения температуры контактным способом. Так, например, одно из отечественных предприятий наладило производство серии измерителей температуры, каждый из которых состоит из электронного блока и набора сменных датчиков температуры, представляющих собой стандартные хромель-алюмелевые термопары (тип К) в различных конструктивных исполнениях. Серия состоит из трех приборов: ЕТИ-2001, ЕТИ-2002 и ЕТИ-2003 (таблице 3). Прибор ЕТИ-2001 имеет 2 диапазона температур, переключение между которыми выполняется

кнопками на лицевой панели. Узкий диапазон температур характеризуется более высоким разрешением и точностью. Приборы ЕТИ-2002 и ЕТИ-2003 имеют только по одному диапазону. Приборы имеют кнопку HOLD, с помощью которой можно



зафиксировать измеренное значение температуры на индикаторе.

Рисунок 5. Внешний вид некоторых конструкций термопар

Таблица 5

Тип прибора	ETI-2001	ETI-2002	ETI-2003
Число диапазонов	2	1	1
Диапазон измерений, °C	-49,9...199,9 (1) -50...1000 (2)	-49,9...199,9	-50...1000
Разрешение	0,1°C(1)	0,1°C	1°C
Точность	$\pm 0,5^\circ\text{C} + 1\%$ (1) $\pm 1^\circ\text{C} \pm 0,5\%$ (2)	$\pm 0,5^\circ\text{C} \pm 1\%$	$\pm 1^\circ\text{C} \pm 0,5\%$
Питание	батарейка 9 В («Крона»)		
Срок работы батареи	150 часов	175 часов	175 часов
Тип сенсора	ТХА термопара (К тип)		
Тип индикатора	ЖК, высота знака 13 мм		
Размеры	141x73x35 мм		
Вес	220 г	210 г	210 г



Рисунок 6. Внешний вид контактного термометра ETI-2001

Внешний вид контактного термометра ETI-2001 (см. Рисунок 6), в комплект поставки которого входят термопары: поверхностная (для измерения температуры поверхности твердых тел - $t_{\text{max}} = 1000^\circ\text{C}$, погружная (для измерения температуры в объеме сыпучих и жидких веществ - $t_{\text{max}} = 250^\circ\text{C}$ и бескорпусная (для измерения температуры воздуха и других газов - $t_{\text{max}} = 250^\circ\text{C}$.



Рисунок 7. Внешний вид миниатюрного термометра (Thermaren™)

Внешний вид миниатюрного термометра (Thermaren™) широкого применения (см. Рисунок 7). Высокоточный и удобный в обращении. Оснащен встроенным складывающимся зондом. Диапазоны измерения температуры: $\sim -49,9 \dots 199,9^\circ\text{C}$. Существуют не только специализированные приборы с термодатчиками для измерения температуры, но и универсальные мультиметры с функцией измерения температуры

Поверка термоэлектрических термометров, выпускаемых по стандарту ГОСТ 6616-94 «Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия» проводится в соответствии со стандартом ГОСТ 8.338-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки».

Методика поверки заключается в прямом или поэлектродном сличении рабочих термопар с образцовой термопарой в печи и оценке отклонения ее характеристики от НСХ. Серьезным недостатком методики ГОСТ 8.338 является то, что при периодической поверке термопары не учитывается возможность возникновения термоэлектрической неоднородности. Если глубина погружения термопары в сличительную печь отличается от рабочей глубины погружения, то участок наибольшего температурного перепада, в котором возникла неоднородность попадает при поверке в зону равномерной температуры, и реальная погрешность термопары не

определяется.

Такая периодическая поверка может привести к ложным результатам, причем разница ТЭДС в рабочих условиях и при поверке термопар типа ТХА может достигать 5 -10 °С.

Поверка эталонных термоэлектрических термометров типов ПП и ПР, выпускаемых по ГОСТ Р 52314-2005 «Преобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые и платинородий-платинородиевые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Общие технические требования» проводится по ГОСТ Р 8.611-2005 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые эталонные 1, 2 и 3-го разрядов. Методика поверки». Поверка проводится методом измерений в реперных точках МТШ-90 и сличением в печах. Ни в один из стандартов, описывающих методы поверки термоэлектрических термометров пока не введена оценка неопределенности измерений.

Поверка эталонных термопар проводится методом калибровки в реперных точках МТШ-90 и сличением в печах с термопарой более высокого разряда.

Таблица 1.

Методы поверки эталонных термопар 1 разряда в реперных точках МТШ-90

ГОСТ Р 52314-2005 (основные метрологические хар-ки)		ГОСТ Р 8.611-2005 (методы)	ГОСТ Р 8.779-2012 (методы)
мкВ	в темпер. эквиваленте °С		
Диапазон температур: ППО 300-1100 °С, ПРО 600-1800 °С Допустимые значения ТЭДС в реперных точках: ППО: Zn 3447 ± 14 мкВ Al 5860 ± 17 мкВ Cu 10574 ± 30 мкВ ПРО: Al 2167 ± 11 мкВ Cu 5630 ± 26 мкВ Pd 10720 ± 45 мкВ Pt 13229 ± 51 мкВ	419,5386 ± 1,45 °С 660,3107 ± 1,63 °С 1084,552 ± 2,5 °С 660,316 ± 1,7 °С 1084,662 ± 2,7 °С 1553, 491 ± 3,86 °С 1768,54 ± 4,41 °С	Проверяют результаты градуировки в реперных точках и сравнивают значения ТЭДС с требованиями.	Проверяют результаты градуировки в реперных точках и сравнивают значения ТЭДС с требованиями.
Нестабильность в точке меди ППО ± 3 мкВ ПРО ± 4 мкВ	± 0,25 °С ± 0,41 °С	Измеряют ТЭДС в точке меди, отжигают ТП при 1100 °С и повторяют измерения	Измеряют ТЭДС в точке меди, отжигают ТП при 1450 °С 1 ч и повторяют измерения
Нестабильность за межповерочный интервал ППО Cu ± 5 мкВ ПРО Pd ± 10 мкВ Pt ± 15 мкВ	± 0,42 °С ± 0,86 °С ± 1,29 °С	Сравнивают измеренную ТЭДС в точках меди с данными предыдущего свидетельства о поверке.	Сравнивают измеренную ТЭДС в точках меди, палладия и платины с данными предыдущего свидетельства о поверке.
Неоднородность термоэлектродов – 250-300 мм		Сравнивают измеренную ТЭДС	Сравнивают измеренную ТЭДС при 1450 °С на

ППО (при 1100 °С) ± 3 мкВ ПРО (при 1450 °С) ± 8 мкВ	± 0,25 °С ± 0,26 °С	при 1100 °С на двух глубинах погружения 250 и 300 мм	двух глубинах погружения 250 и 300 мм
Доверительная погрешность ППО: Zn ± 0,3 °С Al ± 0,4 °С Cu ± 0,6 °С ПРО: Al ± 0,5 °С Cu ± 0,7 °С Pd ± 1,4 °С Pt ± 2,0 °С		Нет расчета доверительной погрешности. Нормируется повторяемость результата в реп. точках. Zn, Al ± 1,5 мкВ (0,15 °С) Cu ± 2 мкВ (0,20 °С)	В ГОСТ включен раздел с методикой расчета доверительной погрешности. Расчета неопределенности нет

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО СТАНДАРТАМ**

**ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
ИМ. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА (ВНИИМ)**

МЕТОДИКА

**ПОВЕРКИ ТЕРМОМЕТРОВ
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ
ПЛАТИНОРОДИЕВЫХ ОБРАЗЦОВЫХ
ПР 30/6 до 1800 °С**

МИ 52-75

Методика распространяется на платиnorodиевые термоэлектрические термометры ПР30/6 образцовые 2 и 3-го разрядов, изготовленные из проволоки по [ГОСТ 10821-75](#), выпускаемые из производства и находящиеся в эксплуатации, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок в диапазоне температур от 600 до 1800 °С.

1. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номера пунктов методики	Обязательность проведения операций при	
		выпуске из производства	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	4.1	Да	Да
Очистка и отжиг термоэлектродов	4.3	Нет	Да
Проведение градуировки	4.4; 4.5	Да	Да
Обработка результатов наблюдений	5	Да	Да

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться следующие средства.

2.1. Платиnorodий-платиновый термоэлектрический термометр - рабочий эталон для контроля температуры затвердевания серебра и меди.

2.2. Платиновый термометр сопротивления 1-го разряда для контроля температуры затвердевания сурьмы.

2.3. Образцовый платинородий-платиновый термоэлектрический термометр 1-го разряда для градуировки методом сличения образцовых платинородиевых термоэлектрических термометров ПР30/6 2-го разряда.

2.4. Образцовый платинородиевый термоэлектрический термометр ПР30/6 2-го разряда для градуировки образцовых платинородиевых термоэлектрических термометров ПР30/6 3-го разряда.

2.5. Металлы для воспроизведения реперных точек затвердевания: сурьма особо чистая Су 0000 по РЭТУ 632-60, серебро по ГОСТ 6836-72, медь ОСЧ 11 - 4 кл. В-3 по ЦМТУ 03-9-69.

Чистота металлов должна быть не менее 99,99 %; примерная масса металлов: сурьма - 550 г, серебро - 700 г, медь - 700 г.

2.6. Металлы в виде проволоки для воспроизведения постоянных точек плавления: палладий по [ГОСТ 18390-73](#) чистотой не менее 99,95 %, платина по [ГОСТ 21007-75](#) с отношением $R_{100}/R_0 \geq 1,3925$, где R_{100} и R_0 - сопротивления одного и того же участка платиновой проволоки при температурах 100 и 0 °С.

Рекомендуемая масса проволок, используемых для однократной градуировки, равна:

0,03 - 0,04 г для палладия;

0,04 - 0,06 г для платины.

Соотношения между диаметром и длиной проволок для массы 0,04 г приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование размеров проволочек	Размеры проволок, мм, для					
	платины			палладия		
Диаметр	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5
Длина	26	15	10	47	26	17

2.7. Электроизмерительная компенсационная установка с низкоомным потенциометром класса точности не ниже 0,015 по [ГОСТ 9245-79](#) (например, типа Р306) и с многопозиционным бестермоточным переключателем (например, типа ПБ-12В). Установка должна обеспечивать возможность отсчета т.э.д.с. с погрешностью не более 1 мкВ при градуировке термометров 2-го разряда и не более 1 мкВ при градуировке 3-го разряда.

2.8. Печи сопротивления вертикальные шахтные (например, типа ПШ-1) для градуировки образцовых термоэлектрических термометров 2-го разряда по реперным точкам затвердевания сурьмы, серебра, меди. Для каждого металла должна быть выделена отдельная печь. Внутренний диаметр 65 ± 5 мм, длина 550 ± 50 мм. Температурный градиент при затвердевании металла не должен превышать 0,1 °С/см на участке длиной 20 мм.

2.9. Малогабаритные вертикальные печи сопротивления для градуировки образцовых термоэлектрических термометров 2-го разряда по реперным точкам плавления палладия и платины.

2.10. Печь сопротивления горизонтальная трубчатая с регулируемой температурой (например, типа СУОЛ-0,4/12 по ГОСТ 13474-79 или типа Т-40/600) для градуировки образцовых термоэлектрических термометров 2-го разряда в диапазоне температур 300 - 1200 °С методом сличения с образцовым платинородий-платиновым термоэлектрическим термометром 1-го разряда.

Внутренний диаметр 35 ± 5 мм, длина 600 ± 100 мм. Температурный градиент в центре печи не должен превышать 0,5 °С/см на участке длиной 50 мм.

2.11. Печь сопротивления горизонтальная трубчатая с регулируемой температурой для градуировки образцовых термоэлектрических термометров 3-го разряда в диапазоне температур 300 - 1600 °С методом поэлектродного сличения с образцовым термоэлектрическим термометром 2-го разряда.

Внутренний диаметр не должен превышать 16 мм, длина 550 ± 50 мм. Температурный градиент в центре печи не должен превышать 1 °С/см на участке длиной 50 мм.

2.12. Печь сопротивления горизонтальная трубчатая для отжига термоэлектрических термометров при температуре 1100 ± 50 °С. Внутренний диаметр 20 ± 5 мм, длина 1000 ± 100 см.

Температурный градиент в центре печи не должен превышать 0,5 °С/см на участке длиной 500 мм.

Эскизы печей, указанных в пп. [2.8](#); [2.9](#); [2.11](#); [2.12](#), приведены в приложении 1 (черт. 1 - 4).

2.13. Стенд для отжига термопар с автотрансформатором (например, типа РНО 250-10) и амперметром класса точности, не ниже 1,5 (например, Э30 или Э378). Стенд должен обеспечивать:

- а) возможность подключения термопар к сети переменного тока;
- б) измерение и регулирование силы тока, пропускаемого через термопару;
- в) подвес термопар в наклонном положении так, чтобы термоэлектроды находились под углом 60° к горизонтали.

2.14. Графитовые тигли с крышками, предназначенные для плавления металла. Тигли и крышки должны быть изготовлены из особо чистого мелкозернистого графита марки МГ-ОСЧ модификации В3 зольностью не более 0,005 % по ТУ 48-20-90-75. Наружный диаметр тигля 45 ± 2 мм, длина 150 ± 5 мм, толщина стенок 10 ± 2 мм.

2.15. Графитовые стаканы для заполнения рабочего пространства шахтных печей. Стаканы должны быть изготовлены из графита марки МГ-ОСЧ или ГМЗ-ОСЧ по ТУ 48-20-90-75.

2.16. Сосуды Дьюара для термостатирования свободных концов термоэлектрических термометров. Сосуды должны быть широкогорлыми емкостью 0,5 - 2 л.

2.17. Охранные кварцевые колпаки по ГОСТ 19908-74 для установки тигля с металлом. Внутренний диаметр 55 ± 5 мм; длина 500 ± 10 мм.

2.18. Охранные кварцевые пробирки по ГОСТ 19908-74 для защиты термометров при погружении в расплавленный металл. Для каждого металла необходима отдельная пробирка. Внутренний диаметр пробирки 7 мм, длина 500 мм.

2.19. Пробирки для свободных концов термометров. Внутренний диаметр не более 6 мм, длина не менее 150 мм.

2.20. Стакан из химического стекла по ГОСТ 19908-74 или ГОСТ 10973-75.

2.21. Платинородий-платиновый термоэлектрический термометр градуировки ПП-1 и платинородиевый термоэлектрический термометр градуировки ПР30/6 по ГОСТ 3044-77 для наблюдения за режимом печей.

2.22. Штативы для закрепления термометров.

2.23. Аккумуляторные батареи или сухие элементы по ГОСТ 296-76.

2.24. Дистиллятор.

2.25. Льдорезка.

2.26. Холодильник.

2.27. Медные соединительные провода сечением 0,12 - 0,3 мм² для подключения термометров к измерительной установке.

2.28. Секундомер по ГОСТ 5072-79.

2.29. Сухое трансформаторное масло марки ТКп по ГОСТ 982-68 для термостатирования свободных концов термометров.

2.30. Стабилизатор напряжения (например, типа ЗСНД-1).

2.31. Линейка по [ГОСТ 427-75](#) длиной не менее 1 м для измерения длины термоэлектродов.

2.32. Микрометр по ГОСТ 6507-78 для измерения диаметра термоэлектродов.

2.33. Весы 4-го класса до 20 г по ГОСТ 24104-80 для взвешивания термоэлектродов.

2.34. Кислота соляная по [ГОСТ 3118-77](#) для очистки термоэлектродов.

2.35. Вода, дистиллированная по [ГОСТ 6709-72](#) для очистки термоэлектродов.

3. Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены, следующие подготовительные работы:

3.1. Подготовка средств для градуировки термоэлектрических термометров методом воспроизведения реперных точек сурьмы, серебра, меди, палладия, платины.

3.1.1. Подготовка печей по п. [2.8](#).

Перед вводом печей в эксплуатацию необходимо:

- а) выбрать участок печи с наиболее равномерным температурным полем, для чего:

поместить в печь по всей длине полые графитовые стаканы с отверстиями для ввода охранной пробирки,

установить на дно нижнего стакана охранную кварцевую пробирку и закрепить,

ввести в пробирку термоэлектрический термометр,

нагреть печь до температуры, близкой к температуре плавления металла, и выдержать ее при этой температуре не менее 1 ч,

исследовать распределение температуры вдоль оси печи. Для этого, перемещая рабочий спай термоэлектрического термометра через каждый сантиметр сначала вверх, а затем вниз, взять среднее арифметическое из каждой пары отсчетов, на основании которых и определить участок печи с наиболее равномерным температурным полем. За время исследования изменение температуры не должно превышать 2 - 3 °С;

б) установить на выбранном участке тигель с металлом таким образом, чтобы максимум температуры находился на высоте 30 - 40 мм от дна тигля; над тиглем установить набор графитовых стаканов с отверстиями для ввода пробирки с термоэлектрическим термометром.

Примечание. Тигель с металлом рекомендуется устанавливать в кварцевый колпак;

в) подобрать режимы работы для каждой печи, обеспечивающие:

температурный градиент при затвердевании металла не более 0,1 °С/см на участке длиной 20 мм,

продолжительность температурной остановки при затвердевании металла не менее 10 мин.

3.1.2. Подготовка печей по п. 2.9. Перед вводом печей в эксплуатацию необходимо:

а) определить точку максимума температуры вдоль оси печи, для чего:

ввести в рабочее пространство печи платиновое термоэлектрическое термометрическое устройство типа ПР30/6,

нагреть печь до температуры, близкой к температуре плавления металла (1554 °С - для палладия и 1772 °С - для платины),

исследовать распределение температуры вдоль оси печи, как указано в п. 3.1.1 а, и установить точку максимума температуры;

б) ввести в печь снизу контрольный термометр ПР30/6 и закрепить его таким образом, чтобы рабочий спай находился приблизительно на 5 мм ниже точки максимума температуры и не касался стенок печи;

в) подобрать режим печи, обеспечивающий продолжительность температурной остановки в пределах 1 - 3 мин.

3.1.3. Определение температуры реперных точек сурьмы, серебра, меди.

После выполнения операций, перечисленных в п. 3.1.1, необходимо измерить температуру затвердевания сурьмы, серебра, меди; измерение температуры затвердевания сурьмы выполняется термометром сопротивления 1-го разряда с точностью до 0,01 °С, температуры затвердевания серебра и меди платиновое-платиновым термоэлектрическим термометром - рабочим эталоном с точностью до 0,1 °С. Отклонение значений температуры затвердевания металлов от значений, принятых Международной практической температурной шкалой (МПТШ-68), не должно превышать: 0,3 °С - в точке затвердевания сурьмы; 0,4 °С - в точке затвердевания серебра; 0,5 °С - в точке затвердевания меди.

3.2. Подготовка средств для градуировки термоэлектрических термометров методом сличения

3.2.1. Подготовка печей по пп. 2.10; 2.11.

Перед вводом печей в эксплуатацию необходимо исследовать распределение температуры в центральной части печи, для чего:

а) ввести в рабочее пространство печи термоэлектрический термометр;

б) нагреть печь до температуры, близкой к 1100 °С (печь по п. 2.10), близкой к 1500 °С (печь по п. 2.11) и стабилизировать температуру так, чтобы за время исследования температурного поля ее изменение не превышало 2 °С;

в) определить распределение температуры в печи, перемещая рабочий спай термоэлектрического термометра вдоль оси печи через каждый сантиметр сначала в одном, а

затем в обратном направлении; взять среднее арифметическое из каждой пары отсчетов и выбрать участок длиной 50 мм с температурным градиентом, не превышающим 0,5 °С/см (для печи по п. 2.10) и 1 °С/см (для печи по п. 2.11).

При отсутствии участка, удовлетворяющего указанному требованию, печь следует считать непригодной для градуировки термоэлектрических термометров.

4. Проведение поверки

4.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре термоэлектрических термометров необходимо установить их соответствие следующим требованиям.

4.1.1. Термоэлектроды образцовых термоэлектрических термометров должны иметь ровную, гладкую, блестящую поверхность, не иметь спаев и изгибов.

4.1.2. Диаметр термоэлектродов должен быть $0,5 \pm 0,05$ мм.

4.1.3. Длина термоэлектродов термометров 2-го разряда должна быть не менее 1250 мм у новых термометров и не менее 1000 мм - у находящихся в эксплуатации; длина термоэлектродов термоэлектрических термометров 3-го разряда должна быть не менее 1000 мм у новых термометров, не менее 850 мм - у находящихся в эксплуатации. Длина термоэлектродов должна быть измерена с погрешностью не более 3 мм или должна быть определена масса термоэлектродов с погрешностью не более 0,03 г.

4.1.4. Образцовые термоэлектрические термометры должны представляться в поверку в армированном виде. Термоэлектроды должны быть армированы чистыми двухканальными трубками из окиси алюминия (99,5 % окиси алюминия).

Примечание. В случае загрязнений на трубке или ее поломки заказчик должен представить запасную трубку.

4.1.5. Изоляционные трубки должны иметь следующие размеры:

диаметр трубки - от 3,5 до 5 мм;

длина трубки: не менее 500 мм - для термометров 2-го разряда,

не менее 400 мм - для термометров 3-го разряда;

диаметр каналов - не менее 0,9 мм.

4.1.6. Свободные концы термоэлектродов должны быть армированы гибкой электроизоляционной трубкой.

4.1.7. Хранение и транспортировка термоэлектрических термометров должны производиться в жестких футлярах, предохраняющих изоляционные трубки от поломки.

Примечание. В течение срока службы образцового термометра он не должен извлекаться из изоляционной трубки. При аварийном выходе из строя изоляционной трубки следует аккуратно с минимальной деформацией переармировать термометр, после чего подвергнуть его отжигу.

4.2. При предъявлении образцовых термоэлектрических термометров для периодической, поверки должно быть представлено свидетельство о предшествующей поверке с градуировочными данными.

4.3. Очистка термоэлектрических термометров и отжиг

4.3.1. Термоэлектрические термометры с загрязненной поверхностью термоэлектродов следует подвергнуть операциям очистки и отжига.

Порядок операций должен быть следующим:

а) термоэлектроды освободить от изоляции, свернуть в кольцо диаметром 50 - 70 мм, погрузить в раствор, состоящий из одной части соляной кислоты и одной части воды (по объему), и кипятить в течение 10 - 15 мин;

б) дважды промыть термоэлектроды кипящей дистиллированной водой, тщательно прополоскать дистиллированной водой и просушить на воздухе;

в) подвесить термопару к зажимам стенда:

плавно увеличивая силу тока, пропускаемого через термоэлектроды, нагреть их до температуры 1450 ± 50 °С; для термоэлектродов диаметром 0,5 мм указанная температура достигается при силе тока 11,5 - 12,0 А;

выдержать термопару при этой температуре в течение 5 мин и медленно охладить до температуры окружающего воздуха.

Если после выполнения операций [4.3.1 а, б, в](#) не удалось удалить загрязнения, термометр бракуют;

г) рабочую часть термоэлектродов на длине 400 - 500 мм армировать изоляционной трубкой, В случае, если термоэлектрический термометр был представлен в грязной трубке, трубку следует заменить. Свободные концы термоэлектродов - необходимо армировать хлорвиниловой или кембриковой изоляцией; при этом все операции с термоэлектродами после их очистки следует проводить в условиях, исключающих их загрязнение (брать проволоку пинцетом, класть на чистую поверхность и т.д.) и деформацию;

д) термоэлектрический термометр поместить на глубину 400 - 450 мм в печь для отжига и отжечь при температуре 1100 °С не менее 2 ч. Максимальное время отжига - 8 ч.

4.3.2. Термоэлектрический термометр с незагрязненными термоэлектродами, но с нарушенной изоляцией следует переармировать и отжечь, как указано в п. [4.3.1 д](#). Если термоэлектроды значительно измяты на участках, попадающих в печь при градуировках, их следует предварительно отжечь, как указано в п. [4.3.1 в](#).

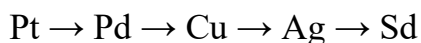
4.4. Градуировка термоэлектрических термометров 2-го разряда

Градуировка термоэлектрических термометров заключается в определении зависимости т.э.с. чувствительных элементов (термопар) термометров от температуры.

Градуировка термометров 2-го разряда выполняется методом реперных точек - методом воспроизведения равновесных состояний между твердой и жидкой фазами чистых металлов: сурьмы, серебра, меди, палладия, платины, которым по МПТШ-68 приписаны следующие значения: 630,74 °С (сурьма), 961,93 °С (серебро), 1084,5 °С (медь), 1554 °С (палладий), 1772 °С (платина). Если термометр 2-го разряда эксплуатируется при температуре, не превышающей 1600 °С, рекомендуется ограничить верхний предел градуировки точкой палладия. При необходимости иметь градуировочные данные ниже точки сурьмы рекомендуется дополнительно использовать точку цинка (419,58 °С).

В диапазоне температур 600 - 1100 °С допускается выполнять градуировку термоэлектрических термометров 2-го разряда методом сличения с образцовым платинородий-платиновым термоэлектрическим термометром 1-го разряда.

4.4.1. Градуировка методом реперных точек. Градуировку термометров рекомендуется выполнить в следующей последовательности:



В каждой реперной точке градуировку следует выполнить не менее двух раз.

4.4.1.1. Градуировка в реперных точках палладия и платины.

При градуировке в точках платины и палладия следует:

а) нагреть печь до температуры на 10 - 15 °С ниже температуры плавления металла (палладия или платины); температуру измерять контрольным термометром;

б) на термоэлектроды градуируемого термометра возможно ближе к рабочему спаю плотно намотать несколько витков проволоки (платины или палладия); особое внимание обратить на обеспечение надежного контакта термоэлектродов. Если проволока находилась в жестком состоянии, ее предварительно следует отжечь в течение нескольких секунд в печи при температуре 1100 - 1200 °С. Обвязанный конец термоэлектродов следует вытянуть на 10 - 12 мм из каналов защитной трубки и слегка раздвинуть термоэлектроды;

в) ввести градуируемый термометр в печь, центрировать его в печи так, чтобы рабочий спай располагался на 5 - 10 мм выше рабочего спаю контрольного термометра. Термометр вводить в печь постепенно, стараясь не касаться стенок печи;

г) свободные концы термоэлектродов скрепить медной проволочкой с соединительными (медными) проводами и погрузить их в стеклянные пробирки, заполненные сухим трансформаторным маслом до уровня 15 мм;

д) пробирки с маслом поместить в сосуд Дьюара, заполненный однородной смесью измельченного льда и воды; глубина погружения пробирок в смесь должна быть не менее 120 мм;

е) медные провода присоединить к измерительной установке;

ж) установить режим печи таким образом, чтобы температура повышалась со скоростью 3 - 4 °С/мин; скорость изменения температуры контролировать при помощи градуируемого термометра;

з) при резком замедлении скорости роста температуры (наступлении температурной остановки) произвести несколько отсчетов т.э.д.с. термопары. Продолжительность остановки должна быть не менее 30 с. Значение т.э.д.с. за время остановки не должно меняться более чем на 10 мкВ;

и) по окончании температурной остановки (о чем свидетельствует резкое повышение температуры спая) снизить ток в нагревателе и извлечь термометр из печи;

к) отрезать образовавшийся спай;

л) повторить операции, указанные в подпунктах а - к.

При повторении градуировки в точках палладия и платины сварка термоэлектродов термопары не является обязательной при условии обеспечения тугой обвязки термоэлектродов, расплавляемой проволокой.

4.4.1.2. Градуировка термоэлектрических термометров в реперных точках сурьмы, серебра, меди.

Градуировку термоэлектрических термометров в точках сурьмы, серебра, меди следует выполнять в указанной ниже последовательности:

а) нагреть печь и расплавить металл;

б) в расплавленный металл ввести охранную кварцевую пробирку. Пробирка должна быть расположена по оси тигля и не касаться его стенок. Глубина погружения пробирки в металл должна быть не менее 80 мм; дно пробирки должно находиться на расстоянии 15 - 20 мм от дна тигля. Убедиться, что при погружении в металл в пробирке не появилось трещин, для чего в пробирку ввести чистую керамическую трубку (стержень, соломку) и затем осмотреть ее; погруженная часть трубки не должна иметь следов загрязнений металлом;

в) ввести в пробирку градуируемый термометр;

г) выполнить операции, указанные в п. 4.1.1. з, д, е.

д) расплавленный металл нагреть до температуры, на 7 - 10 °С превышающей температуру плавления, и выдержать его при этой температуре в течение 10 - 15 мин; скорость изменения температуры при выдержке не должна превышать 0,1 °С/мин;

е) после выдержки снизить температуру со скоростью 1 - 1,5 °С/мин до температуры затвердевания металла (температурной остановки);

ж) при наступлении температурной остановки измерить т.э.д.с.; измерения выполнять через 30 с при двух направлениях рабочего тока в потенциометре; для каждого термометра общее число отсчетов при двух направлениях рабочего тока в потенциометре должно быть не менее 6.

Примечание. Допускается использование одной температурной остановки для поочередной градуировки 2 - 3 термометров, если продолжительность остановки достигает 20 - 30 мин;

з) по окончании градуировки вновь расплавить металл для извлечения пробирки. Только после этого выключить ток. Поверхность сурьмы и меди после остывания засыпать измельченным в порошок древесным углем или графитовым порошком.

Повторить операции данного пункта.

4.4.1.3. Вычислить среднее арифметическое значение т.э.д.с. из отсчетов, полученных во время каждой температурной остановки, с учетом поправок потенциометра.

4.4.1.4. Сравнить результаты, полученные при двух температурных остановках; расхождение между ними не должно превышать:

3 мкВ - в точках сурьмы, серебра, меди;

10 мкВ - в точках палладия, платины.

При невыполнении этого требования измерить т.э.д.с. еще на одной температурной остановке. Если последнее значение отличается от имеющихся двух более чем на указанные выше величины, то термометр перевести в низший разряд.

4.4.1.5. Исправить значение т.э.д.с., полученное при градуировке в реперной точке меди. Для этого следует из полученного значения т.э.д.с. вычесть 2,5 мкВ.

4.4.2. *Градуировка термоэлектрических термометров 2-го разряда методом сличения.*

Градуировку образцовых термометров 2-го разряда в диапазоне температур 600 - 1100 °С следует выполнять при температурах, близких к температурам затвердевания чистых металлов: сурьмы (630,74 °С), серебра (961,93 °С), меди (1084,5 °С),

Перед градуировкой следует выполнить следующие операции:

а) связать температуры в двух местах по длине изоляции. Количество термометров, включая образцовый, не должно превышать 4;

б) рабочие спаи градуируемого и образцового термометров стянуть в узел платиновой проволокой, обеспечив надежный тепловой и электрический контакт спаев;

в) поместить пучок термометров в печь так, чтобы рабочие спаи с примыкающими к ним участками термоэлектродов находились в области равномерного температурного поля, центрировать пучок по оси печи. Отверстия печи прикрыть асбестом, не допуская его попадания в рабочее пространство печи;

г) при помощи медных соединительных проводов подключить термометры через многопозиционный бестермоточный переключатель к измерительной установке;

д) место контактов свободных концов термометров с соединительными проводами термостатировать при 0 °С, как указано, в п. 4.4.1 г, д;

е) нагреть печь до необходимой температуры; значение температуры определять при помощи образцового термометра.

По достижении заданной температуры регулировать силу тока таким образом, чтобы за время измерений температура изменилась не более чем на 2 °С; при этом отклонение температуры от заданной не должно превышать ± 10 °С;

ж) измерить т.э.д.с. образцового и градуируемого термометров в прямом и обратном порядке с обязательным изменением направления рабочего тока в потенциометре. Значения т.э.д.с. термометров отсчитывать с округлением до 0,1 мкВ.

Для каждого термометра общее число отсчетов должно быть четным и не менее шести.

Интервалы времени между отсчетами т.э.д.с. должны быть одинаковыми в одном измерительном цикле;

з) повторить операции, указанные в п. 4.4.2;

и) найти средние арифметические значения т.э.д.с. образцового и градуируемого термометров для каждой серии отдельно;

к) по величине т.э.д.с. образцового термометра определить значение температуры i рабочих спаев термометров;

л) привести значения т.э.д.с. градуируемых термометров к температурам реперных точек (т.е. к 630,74; 961,93; 1084,5 °С), используя $\frac{ds}{dt}$, взятые из ГОСТ 3044-77;

м) далее поступать в соответствии с указаниями п. 4.4.1.4.

4.5. Градуировка образцовых термоэлектрических термометров 3-го разряда

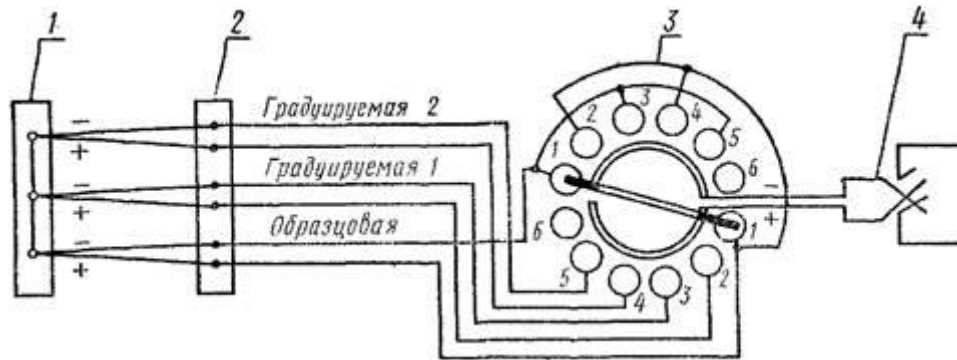
Градуировку образцовых термометров 3-го разряда следует выполнять методом поэлектродного сличения с образцовым термометром 2-го разряда при температурах 600, 900, 1200, 1500, 1700 °С. По согласованию с Заказчиком допускается выполнение градуировки образцовых термометров 3-го разряда через интервалы, кратные 100 °С, в диапазоне 600 - 1700 °С.

При поэлектродном сличении термопар рекомендуется термоэлектроды градуируемых термопар подключить на зажим «+» потенциометра, термоэлектроды образцовой термопары - на зажим «-» потенциометра. Рекомендуемая принципиальная электрическая схема соединений термопар при поэлектродном сличении приведена на чертеже.

Перед измерением т.э.д.с. следует:

- а) выполнить операции, указанные в п. 4.4.2 а, б, в, г;
- б) место контактов свободных концов термометров с соединительными проводами термостатировать при 0 °С, как указано в п. 4.4.1 г, д; допускается термостатировать пробирки со свободными концами при температуре, близкой к температуре помещения; при этом температуру в термостате измерять не обязательно;

**Схема включения термопар при градуировке методом
потенциального сличения**



- 1 - место контакта рабочих спаев термопар в печи; 2 - термостат для свободных концов;
3 - бестермочный многопозиционный переключатель; 4 - бестермочный переключатель полярности.

в) нагреть печь до необходимой температуры, значение температуры определять при помощи образцового термометра.

По достижении заданной температуры регулировать силу тока таким образом, чтобы за время измерений температура изменилась не более чем на 10 °С; при этом отклонение среднего за цикл значения температуры от заданной не должно превышать ±10 °С;

г) измерить т.э.д.с. образцового и градуируемых термометров в прямом и обратном порядке при двух направлениях рабочего тока в потенциометре. Значения т.э.д.с. отсчитывать с округлением до 1 мкВ.

Для каждого термометра общее число отсчетов должно быть четным и не менее четырех.

Интервалы времени между отсчетами т.э.д.с. должны быть одинаковыми в одном измерительном цикле;

д) повторить операции, указанные в п. 4.5;

е) найти средние арифметические значения $\overline{\Delta e_1}$ и $\overline{\Delta e_2}$ для каждой серии измерений, где $\overline{\Delta e_1}$ - т.э.д.с. пары, образованной положительными термоэлектродами образцового и градуируемого термометров,

$\overline{\Delta e_2}$ - т.э.д.с. пары, образованной отрицательными термоэлектродами образцового и градуируемого термометром;

ж) вычислить, разность значений т.э.д.с. $\Delta e'$ градуируемого и образцового термометров по формуле

$$\Delta e' = \overline{\Delta e_1} - \overline{\Delta e_2}. \quad (1)$$

Эта формула справедлива только при подключении термоэлектрических термометров в соответствии с рекомендацией п. 4.5;

з) полученную разность алгебраически прибавить к значению т.э.д.с. образцового термометра, приведенному в свидетельстве при выбранной температуре градуировки

$$E_{\text{град}} = E_{\text{обр}} + \Delta e'. \quad (2)$$

Примечание. Пример обработки данных приведен в приложении 2;

и) сравнить результаты, полученные при температуре 1700 °С для двух серий измерений. Разность между ними не должна превышать 30 мкВ; если термометры градуировались только до 1600 °С, значения т.э.д.с. при этой температуре не должны отличаться более чем на 20 мкВ.

При невыполнении этого требования провести еще одну серию измерений. Если, результаты повторной градуировки не укладываются в указанный выше допуск, термометр следует исключить из числа образцовых.

4.6. При поверке термометров необходимо вести протокол, куда следует заносить:
номер поверяемого термометра, год выпуска и данные предыдущей поверки;
кем представлен;
длину термоэлектродов;
замечания по результатам внешнего осмотра;
номер образцового термометра и разряд;
номер потенциометра;
поправку т.э.д.с. за счет систематической погрешности потенциометра при градуировке методом реперных точек;
метод градуировки;
показания образцового термометра;
показания градуируемых термометров;
температуру свободных концов термометров;
глубину погружения термометров в печь;
дату поверки;
подпись поверителя.

Рекомендуемая форма протокола для метода поэлементного сличения приведена в приложении 3.

5. Обработка результатов наблюдений

5.1. Обработка наблюдений, полученных методом реперных точек

5.1.1. Вычислить среднее арифметическое значение т.э.д.с. из результатов наблюдений, полученных на двух температурных остановках, если они удовлетворяют требованию п. 4.4.1.4.

5.1.2. Полученному таким образом значению т.э.д.с. приписать температуру реперной точки используемого металла.

5.1.3. Для термометров, ранее проходивших поверку, сравнить значения, полученные при температуре 1772 °С, с данными предыдущей поверки. Изменение т.э.д.с. между ежегодными поверками для термометров 2-го разряда не должно превышать ± 30 мкВ (для одной и той же глубины погружения). Если образцовый термометр не градуируется в точке платины, сравнить значения т.э.д.с. при температуре 1554 °С; изменение т.э.д.с. при этой температуре не должно превышать ± 20 мкВ. Если указанные требования выполняются, термометр признать годным к дальнейшему применению, в противном случае его следует перевести в низший разряд или забраковать.

5.1.4. Для интерполяции значений т.э.д.с. между значениями, полученными в реперных точках, следует использовать приводимую здесь вспомогательную таблицу (приложение 4).

Примечание. После переработки стандартных градуировочных таблиц в соответствии со свойствами термоэлектрических термометров ПР30/6, выпускаемых по современной технологии, можно будет пользоваться этими таблицами взамен прилагаемой таблицы приложения 4.

Интерполяцию следует выполнять в следующем порядке:

а) вычислить отклонения значений т.э.д.с., измеренных в реперных точках, от соответствующих значений, указанных во вспомогательной таблице

$$\Delta E = E_{\text{гр}} - E_{\text{табл}};$$

б) полученные отклонения нанести на график зависимости $\Delta E = f(t)$ и соединить плавной кривой. Для этого графика обычно удобен масштаб: 1 мкВ в 1 - 2 мм и 100 °С в 10 мм.

Если экспериментальные точки отклоняются от кривой более чем на 5 мкВ, следует проверить результаты измерений и при необходимости повторить.

Если ранее полученные значения повторяются, термометр следует перевести в 3-й разряд или забраковать;

в) по графику определить отклонения т.э.д.с. ΔE при температурах, для которых необходимо иметь градуировочные данные, и алгебраически сложить их с соответствующими этим температурам значениями т.э.д.с., взятыми из вспомогательной таблицы.

5.2. Обработка наблюдений, полученных методом сличения

Если до температуры 1100 °С образцовый термометр ПР30/6 градуировался методом сличения с образцовым платинородий-платиновым термометром 1-го разряда, то следует поступать следующим образом:

а) найти среднее арифметическое значение т.э.д.с. для двух серий измерений, если они удовлетворяют требованию п. 4.4.1.4;

б) далее поступать в соответствии с указаниями п. 5.1.4 а, б, в.

5.3. Обработка наблюдений, полученных методом поэлектродного сличения

5.3.1. Вычислить средние арифметические значения т.э.д.с., полученных для двух серий измерений, если они удовлетворяют требованию п. 4.5 и.

5.3.2. Сравнить полученные результаты с данными предыдущей поверки (для термометров, ранее проходивших поверку). Изменение т.э.д.с. образцовых термометров 3-го разряда между ежегодными поверками не должно превышать 40 мкВ при температуре 1700 °С, 30 мкВ при температуре 1600 °С (для термометров, градуированных до 1600 °С).

Если указанные требования выполняются, термометр, признать годным к дальнейшему применению; в противном случае его следует перевести в рабочие термометры или забраковать.

5.3.3. Для интерполяции значений т.э.д.с. между значениями, полученными в градуировочных точках, вычислить отклонения значений т.э.д.с., измеренных в градуировочных точках, от соответствующих значений из вспомогательной таблицы; далее поступать в соответствии с указаниями п. 5.1.4 б, в.

6. Оформление результатов поверки

6.1. На термометры, признанные годными к дальнейшему применению, выдают свидетельство, где указывают:

а) номер термометра и год выпуска;

б) разряд термометра;

в) таблицу значений т.э.д.с. термометра при температурах, соответствующих целым сотням градусов; для термометров 2-го разряда следует также указать значения т.э.д.с. при температурах реперных точек.

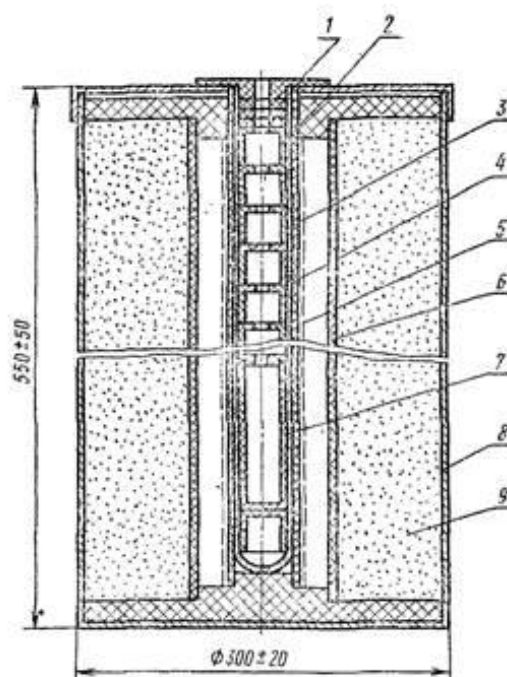
Значения т.э.д.с. термометров в свидетельстве должны записываться с точностью до 0,001 мВ для термометров 2-го разряда и с точностью до 0,01 мВ для термометров 3-го разряда;

г) глубину погружения термометра в печь при градуировке;

д) дату выдачи свидетельства.

Приложение 1

Шахтная печь для градуировки термометрических термометров тигельным методом



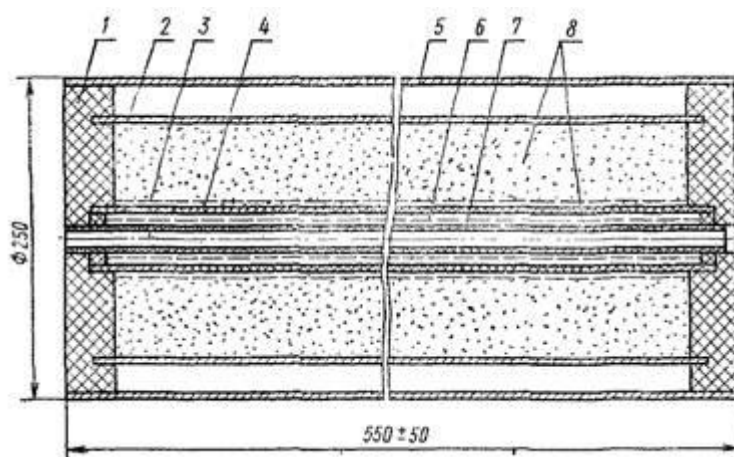
№	Наименование	Материал	Размеры, мм
1	Крышка	Графит марки МГ-ОСЧ	$d_n = 45$
2	Стакан	Графит марки МГ-ОСЧ	$d_b = 45$
3	Колпак	Кварц	$\varnothing 50/45; l = 500$
4	Труба внутренняя	Фарфор	$d_b = 55$
5	Нагреватель	Нихром марки ОХ23Ю5	Лента 0,3×8
6	Труба наружная	Фарфор	
7	Тигель	Графит марки МГ-ОСЧ	$\varnothing 45/30; l = 150$
8	Кожух	Сталь Х18Н9Т	
9	Изоляция	Порошок окиси алюминия	

Примечания:

1. В таблице и на чертеже указаны приблизительные размеры.
2. Нагреватель должен быть покрыт огнеупорной замазкой из смеси окиси алюминия и каолина.
3. Температурный градиент в расплавленном металле на участке длиной 20 мм не должен превышать 0,1 °С/см.

Черт. 1

Печь для градуировки платиnorodиевых термоэлектрических термометров методом сличения



№	Наименование	Материал	Размеры, мм
1	Фланец	Асбоцемент	-
2	Экран	Сталь X18H9T	-
3	Нагреватель дополнительный	Платина или платинородий с 6, 10, 30 или 40 % родия	Лента 0,8×4
4	Трубка нагревателя дополнительного	Окись алюминия	Ø 50/42
5	Кожух	Сталь X18H9T	
6	Нагреватель основной	Платинородий с 30 или 40 % родия	Лента 0,2×6
7	Трубка нагревателя основного	Окись алюминия	
8	Изоляция	Порошок окиси алюминия химически чистого	

Примечания:

1. В таблице и на чертеже указаны приблизительные размеры.
2. Оба нагревателя должны быть покрыты огнеупорной замазкой из смеси окиси алюминия химически чистого (≈ 80 % по массе) и каолина (≈ 20 % по массе).
3. Градиент температуры в центральной части печи на участке 50 мм не должен превышать 1 °C/см.

Черт. 2

Для каждой постоянной точки рекомендуется применение отдельной печи. Примерный эскиз печи приведен на черт. 3.

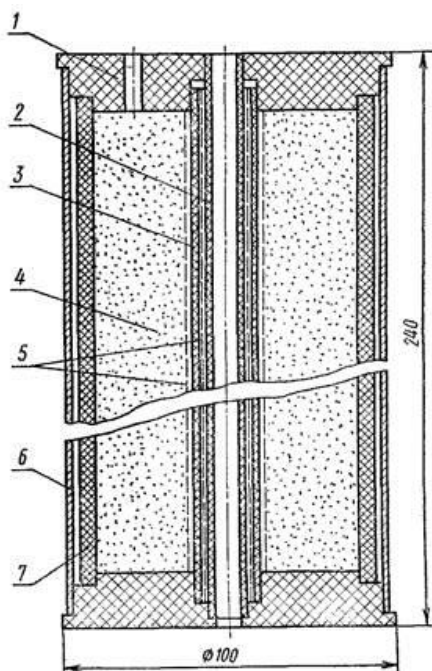
При изготовлении печей особое внимание следует уделять чистоте применяемых материалов:

- а) для изготовления обмазки и засыпки печей рекомендуется применение химически чистой окиси алюминия;
- б) нагреватель и трубки перед намоткой следует обезжирить, трубки предварительно прокалить.

Следует следить, чтобы в период сборки печей внутрь печи не попало каких-либо металлических включений и следов масел.

Перед вводом печи в эксплуатацию ее следует просушить, пропуская через нагреватель постепенно увеличивающийся ток.

Малогабаритная вертикальная печь сопротивления для градуировки образцовых термоэлектрических термометров 2-го разряда по реперным точкам палладия и платины



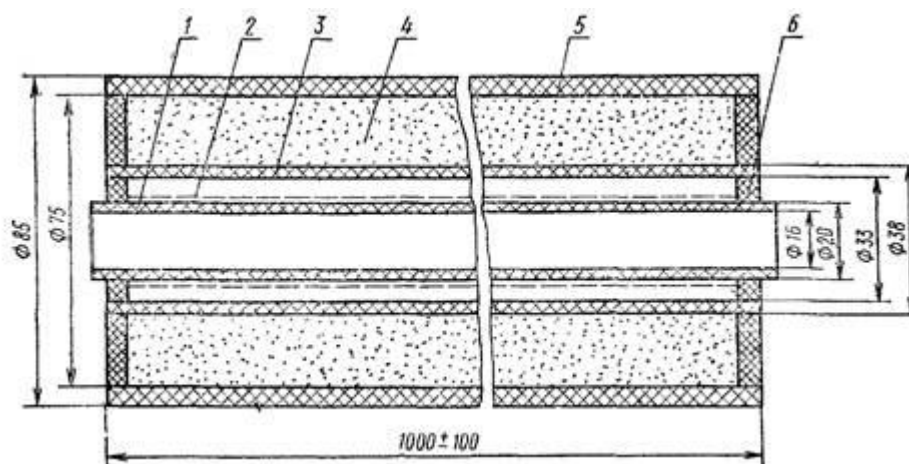
№	Наименование	Материал	Размеры, мм
1	Крышка	Асбоцемент	-
2	Трубка нагревателя основного	Окись алюминия	Ø 12/8
3	Трубка нагревателя дополнительного	Окись алюминия	Ø 20/16
4	Изоляция	Порошок окиси алюминия химически чистого	-
5	Нагреватель проволочный или ленточный	Платиновый с 6, 10 30 или 40 % родия	Диаметр проволоки - 0,4 - 0,8; сечение ленты 1,35×0,15
6	Кожух	Алюминий	-
7	Труба	Фарфор	Ø 90/80

Примечания:

1. В таблице и на чертеже указаны приблизительные размеры.
2. В качестве дополнительного нагревателя в печи для реализации точки палладия может быть использована платиновая проволока или лента.
3. В качестве основного нагревателя может быть использована родиевая проволока или лента.
4. Оба нагревателя должны быть подрыты огнеупорной замазкой из смеси окиси алюминия (~80 % по массе) и каолина (~20 % по массе).

Черт. 3

Отжиговая печь



1 - внутренняя труба (фарфор, кварц или шамот); 2 - нагреватель проволочный или ленточный (нихром марки ОХ23Ю5); 3 - вспомогательная труба для удобства извлечения трубы 1 в случае ремонта нагревателя (шамот, кварц, фарфор); 4 - изоляция (шамотная крошка или порошок окиси алюминия); 5 - наружная труба (фарфор или шамот); 6 - фланец (асбоцемент или шамот).

Черт. 4

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИМЕР ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПОЭЛЕКТРОДНОГО СЛИЧЕНИЯ

Термометр 3-го разряда градуируется при температуре, близкой к температуре 1200 °С, методом электродного сличения.

Получены следующие результаты

№ серии	Среднее арифметическое значение величины, мкВ		Глубина погружения в печь, мм
	$\overline{\Delta e_1}$	$\overline{\Delta e_2}$	
1	-4	+8	250
2	-1	+5	

Значение т.э.д.с. образцового термометра при температуре 1200 °С, приведенное в свидетельстве, $E_{обр} = 6,906$ мВ

а) находят величину Δe в мкВ по формуле (1)

$$\Delta e' = -4 - (+8) = -12,$$

$$\Delta e'' = -1 - (+5) = -6;$$

б) находят значение т.э.д.с. градуируемого термометра при температуре 1200 °С в мВ:

$$E'_{град} = E_{обр} + \Delta e' = 6,906 + (-0,012) = 6,894,$$

$$E''_{град} = E_{обр} + \Delta e'' = 6,906 + (-0,006) = 6,900,$$

$$E_{град\ ср} = \frac{E'_{град} + E''_{град}}{2} = \frac{6,894 + 6,900}{2} = 6,897.$$

Можно поступать также следующим образом:

а) вычисляют $\Delta e_{ср}$ в мкВ из двух серий

$$\Delta e_{ср} = \frac{\Delta' e + \Delta'' e}{2} = \frac{(-12) + (-6)}{2} = -9$$

б) находят значение т.э.д.с. в мВ градуируемого термометра

$$E_{град} = E_{обр} + \Delta e_{ср} = 6,906 + (-0,009) = 6,897 \text{ мВ.}$$

Оформление результатов поверки

Наименование вычисляемых величин, полученных при температуре 1700° (1600 °С)		Числовые значения величин, мВ		
Среднее арифметическое значение т.э.д.с. поверяемого термометра	серия 1			
	серия 2			
Расхождения т.э.д.с. между двумя сериями				
Среднее арифметическое значение т.э.д.с. для двух серий				
Расхождение т.э.д.с. между ежегодными поверками				

Температура, °С	Значения т.э.д.с. поверяемых термометров, мВ						

Заключение

Дата « ____ » _____ 198__ г.

Поверку провел

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ ОБРАЗЦОВЫХ ПЛАТИНОРОДИЕВЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЕРМОМЕТРОВ МЕТОДОМ ПОЭЛЕКТРОДНОГО СЛИЧЕНИЯ

ПРОТОКОЛ № _____

поверки образцовых платинородиевых термометров ПР30/6 3-го разряда

Номер термометра	Кем представлен	Размеры термоэлектродов, мм		Год выпуска	Внешний вид
		диаметр	длина		

Средства измерения. Образцовый термометр, тип _____ № _____,
Разряд _____. Потенциометр тип _____ № _____, класс _____
Градуировка производилась методом поэлектродного сличения*
Температура свободных концов термометров _____ °С.

Результаты градуировки

$t, ^\circ\text{C}$	Номера наблюдений	Т.э.д.с. термометров										Глубина погружения термоэлектрических термометров в печь, мм	Т.э.д.с. образцового термометра (из свидетельства) $E_{\text{обр}}$, мВ	
		образцового №, мВ	поверяемых, мкВ											
			№		№		№		№					
			Δe_1	Δe_2	Δe_1	Δe_2	Δe_1	Δe_2	Δe_1	Δe_2				
1700 (900)	1													
	2													
	3													
	4													
	Среднее: $\overline{\Delta e_1}, \overline{\Delta e_2}$													
	$\Delta e' = \overline{\Delta e_1} - \overline{\Delta e_2}$													
	$E'_{\text{град}} = E_{\text{обр}} + \Delta e'$													
1700 (900)	1													
	2													
	3													
	4													
	Среднее: $\overline{\Delta e_1}, \overline{\Delta e_2}$													
	$\Delta e'' = \overline{\Delta e_1} - \overline{\Delta e_2}$													
	$E''_{\text{град}} = E_{\text{обр}} + \Delta e''$													
1500 (600)	1													
	2													
	3													
	4													
	Среднее: $\overline{\Delta e_1}, \overline{\Delta e_2}$													
	$\Delta e' = \overline{\Delta e_1} - \overline{\Delta e_2}$													
	$E''_{\text{град}} = E_{\text{обр}} + \Delta e'$													

*Δe₁ - т.э.д.с. пары, образованной положительными термоэлектродами (ПР30);
Δe₂ - т.э.д.с. пары, образованной отрицательными термоэлектродами (ПР6);
термоэлектроды градуируемых термопар подключены на зажим «+» потенциометра;
термоэлектроды образцовой термопары подключены на зажим «-» потенциометра.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

**Вспомогательная градуировочная таблица т.э.д.с. термоэлектрических
термометров ПР30/6**

Температура рабочего конца, °C	Т.э.д.с., мВ, для температуры, °C										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
300	0,443	0,475	5,508	0,542	0,677	0,613	0,650	0,688	0,727	0,767	0,809
400	0,809	0,850	0,894	0,938	0,983	1,029	1,076	1,124	1,173	1,223	1,274
500	1,274	1,325	1,377	1,430	1,484	1,540	1,596	1,653	1,711	1,770	1,830
600	1,830	1,891	1,953	2,016	2,078	2,141	2,206	2,272	2,239	2,407	2,476
700	2,476	12,546	2,616	2,687	2,759	2,832	2,906	2,981	3,056	3,132	3,209
800	3,209	3,288	3,367	3,447	3,527	3,608	3,690	3,773	3,856	3,940	4,025
900	4,025	4,111	4,198	4,285	4,373	4,462	4,553	4,643	4,733	4,824	4,916
1000	4,916	6,009	5,102	6,196	5,291	5,387	5,484	5,582	5,680	5,779	5,878
1100	5,878	5,978	6,079	6,180	6,2812	6,384	6,487	6,590	6,694	6,799	6,904
1200	6,904	7,010	7,117	7,224	7,331	7,439	7,547	7,655	7,764	7,873	7,982
1300	7,982	8,092	8,203	8,315	8,427	8,539	8,652	8,765	8,878	8,992	9,106
1400	9,106	9,220	9,334	9,448	9,563	9,679	9,795	9,911	10,027	10,143	10,259
1500	10,259	10,376	10,493	10,610	10,727	10,844	10,961	11,078	11,195	11,312	11,429
1600	11,428	11,546	11,663	11,780	11,897	12,014	12,131	12,249	12,367	12,485	12,603
1700	12,603	12,721	12,838	12,956	13,074	13,192	13,309	13,426	13,543	13,660	13,777

Т.э.д.с. в реперных точках, мВ:

Cd - 0,512 (321,108 °C); Zn - 0,892 (419,58 °C);
 Ag - 4,570 (961,93 °C); Au - 5,530 (1064,43 °C);
 Pd - 10,891 (1654 °C); Pt - 13,449 (1772 °C);
 Sb - 2,020 (630,74 °C); Cu - 5,724 (1084,5 °C).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Операции поверки
2. Средства поверки
3. Подготовка к поверке
4. Проведение поверки
5. Обработка результатов наблюдений
6. Оформление результатов поверки

Приложение 1. Шахтная печь для градуировки термометрических термометров тигельным методом

Приложение 2. Пример обработки результатов наблюдений, полученных методом поэлектродного сличения

Приложение 3. Форма протокола поверки образцовых платиновродиевых термоэлектрических термометров методом поэлектродного сличения

Приложение 4. Вспомогательная градуировочная таблица т.э.д.с. термоэлектрических термометров ПР30/6

Практическая работа № 19

Поверка манометра

Цель работы: изучение эталонных средств измерения давления и освоение методики поверки технических манометров.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Опишите принцип действия и устройства манометра.
3. Схема ГПМ и краткое описание принципа действия.

4. Основные расчетные соотношения.
5. Заполните протокол поверки.
6. Ответы на вопросы:
 - a. Каким требованиям должен удовлетворять эталонный манометр?
 - b. Какой метод измерения реализован в грузопоршневом манометре?
 - c. Почему колонку считают чувствительным элементом грузопоршневого манометра?
 - d. С какой целью во время измерения давления приводят во вращение грузоприемную тарелку?
 - e. В чем заключается назначение гидравлического пресса в поверочной установке?
 - f. Почему поперечное сечение манометрической пружины имеет форму эллипса или овала?
 - g. В чем заключается причина перемещения свободного конца манометрической пружины при изменении давления?
 - h. От чего зависит величина изменения γ угла закручивания трубчатой пружины манометра под действием давления?
 - i. По каким внешним признакам можно отличить образцовый деформационный манометр от технического?
 - j. Чем можно объяснить неоднозначность показаний технического манометра при прямом и обратном ходе на одной и той же поверяемой отметке?
 - k. Для определения каких метрологических характеристик используют класс точности поверяемого манометра?

Глоссарий

Постоянное давление – давление, не изменяющееся или плавно изменяющееся по времени со скоростью не более 1% диапазона показаний (записи) в секунду;

Переменное давление – давление, плавно и многократно возрастающее и убывающее по любому периодическому закону со скоростью от 1 до 10% диапазона показаний (записи) в секунду;

Пульсирующее давление – давление, многократно возрастающее и убывающее по любому периодическому закону со скоростью свыше 10% диапазона показаний (записи) в секунду. Для измерения пульсирующего давления приборы должны применяться с демпфером;

Нормальное рабочее положение – положение прибора с вертикальным расположением циферблата (допускаемое отклонение $\pm 5^\circ$ в любую сторону);

Узкопредельный манометр – манометр с безнулевой шкалой;

Сигнализирующее устройство прямого действия – устройство, замыкание и размыкание контактов электрической цепи которого осуществляются без преобразования энергии;

Сигнализирующее устройство непрямого действия – устройство, замыкание и размыкание

контактов электрической цепи которого осуществляются за счет преобразования энергии из одной в другую;

Указатель сигнализирующего устройства – элемент сигнализирующего устройства, положение которого относительно отметок шкалы определяет отклонение контролируемого параметра от нормы;

Срабатывание сигнализирующего устройства – действие, заключающееся в замыкании или размыкании электрической цепи;

Уставка – задаваемое значение контролируемого параметра, при котором происходит срабатывание сигнализирующего устройства;

Диапазон уставок – зона контролируемого параметра, в пределах которой можно провести уставку;

Замыкающий (размыкающий) контакт – коммутируемый контакт, замыкающий (размыкающий) электрическую цепь при достижении параметра уставки;

Диапазон измерений – область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности средства измерений;

Диапазон показаний – область значений шкалы, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы;

Длина шкалы – расстояние между крайними отметками шкалы, отсчитанное по дуге окружности или по прямой линии, проходящей через середины наименьших отметок.

Давление является одним из важнейших физических параметров, и его измерение необходимо для определения, например, расхода, количества теплоты. Также, точное определение давлений необходимо для автоматизации технологических процессов с целью контроля функционирования, определения безопасных и эффективных гидравлических режимов, например, котельных агрегатов, паропроводов на ТЭЦ, напорных трубопроводов.

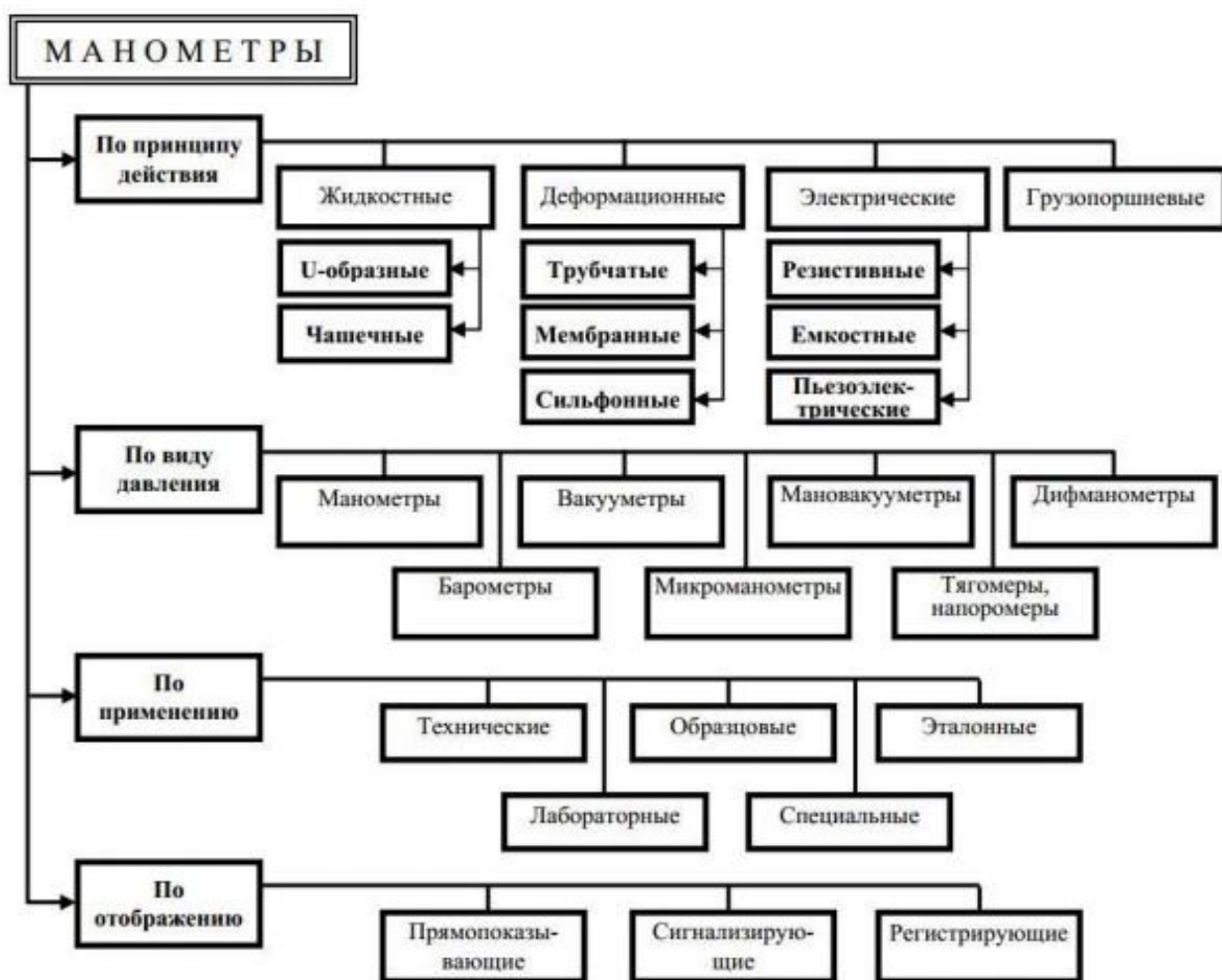


Рисунок 1. Классификация манометров

Грузопоршневые манометры

Грузопоршневые манометры (ГПМ), имеющие классы точности 0,02 и 0,05, предназначены для поверки и калибровки деформационных манометров и преобразователей давления более низких классов точности. Они являются рабочими эталонами, воспроизводящими с высокой точностью единицы давления кгс/см² или МПа.

Мерой, характеризующей измеряемое давление, служит действующая на поршень сила, создаваемая массой калиброванных грузов. Значение давления, создаваемого массой каждого калиброванного груза и грузоприемной тарелки, нанесены на их поверхности.

Принцип действия грузопоршневых манометров основан на уравнивании давления измеряемой среды на свободно перемещающийся в цилиндре поршень силой, создаваемой калиброванным грузом. Между поршнем, представляющим собой стержень правильной цилиндрической формы, и стенками цилиндра имеется зазор в $1 \div 5$ мкм, заполненный рабочей жидкостью. В зависимости от верхнего предела измерения в качестве рабочей жидкости используются трансформаторное и касторовое масло или керосин.

В момент измерения поршень находится во взвешенном состоянии и оказывает на жидкость давление, величина которого обусловлена массой поршня и грузов, размещаемых на грузоприемной тарелке, соединенной с поршнем. Цилиндр с находящимся в нем поршнем образуют так называемую колонку, которая является чувствительным элементом ГПМ.

Схема ГПМ типа МП-60 (см. рисунок 2) с диапазоном измерения $1 \div 60 \text{ кгс/см}^2$ (6 МПа). ГПМ включает колонку I и гидравлический винтовой пресс II, конструктивно объединенные в одном корпусе. В состав ГПМ входит набор калиброванных грузов, который обеспечивает давление равное верхнему пределу измерения.

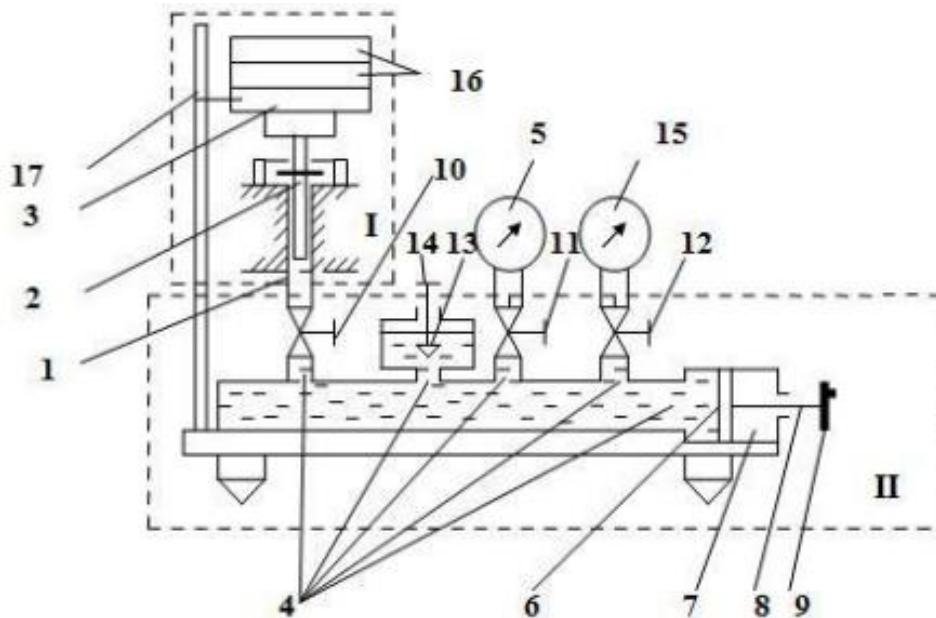


Рисунок 2. Схема грузопоршневого манометра

Грузовая колонка содержит полый цилиндр 1, заполненный рабочей жидкостью. Внутри цилиндра находится поршень 2 с грузоприемной тарелкой 3. Внутренняя полость цилиндра соединена каналами 4 с поверяемым прибором 5 и гидравлическим прессом. Гидравлический пресс содержит уплотненный манжетами поршень 6 в цилиндре 7 и винт 8 с рукояткой 9, при вращении которой поршень перемещается в цилиндре. Каналы 4 могут перекрываться вентилями 10–12. Для заполнения гидравлической системы ГПМ рабочей жидкостью предусмотрена емкость 13 с игольчатым вентилем 14. К грузопоршневому манометру можно подключить поверяемый манометр 5 и эталонный деформационный манометр 15, либо одновременно два поверяемых манометра.

При измерении давления, создаваемого гидравлическим прессом при вращении рукоятки, на грузоприемную тарелку помещают грузы 16 в таком количестве, которое обеспечивает состояние равновесия поршня грузопоршневого манометра. О достижении положения равновесия судят по совпадению рисок на стойке 17 и на ребре грузоприемной тарелки 3.

В состоянии равновесия для ГПМ справедливо равенство

$$P = \frac{m_1 + m_2}{F_n} \cdot g \cdot \frac{1 - \rho_v}{\rho_2}, \quad (1)$$

где P – измеряемое давление,

m_1 – масса поршня,

m_2 – масса грузов,

ρ_v – плотность воздуха,

ρ_{Γ} – плотность материала грузов,

F_n – приведенная площадь поршня,

g – ускорение свободного падения.

Приведенная площадь поршня является основным метрологическим параметром ГПМ, который определяется экспериментальным путем. У МП-60 приведенная площадь поршня $F_n = 0,5 \text{ см}^2$. Приведенное выше соотношение имеет место при отсутствии сил сухого трения. Во время измерения для обеспечения этого условия вращают грузоприемную тарелку.

Деформационные манометры

Принцип действия деформационных манометров заключается в уравнивании измеряемого давления упругой деформацией чувствительного элемента или развиваемой им силой. В качестве чувствительных элементов в деформационных манометрах используются трубчатые пружины, сильфоны и мембраны.

Рассмотрим конструкцию чувствительного элемента манометра, выполненную в виде трубчатой пружины (см. Рисунок 3).

Трубчатая пружина представляет собой изогнутую в виде дуги окружности полу трубку плоскоовального или эллиптического сечения. Один конец такой трубки неподвижно закреплен, а другой запаян и имеет возможность свободно перемещаться в пространстве.

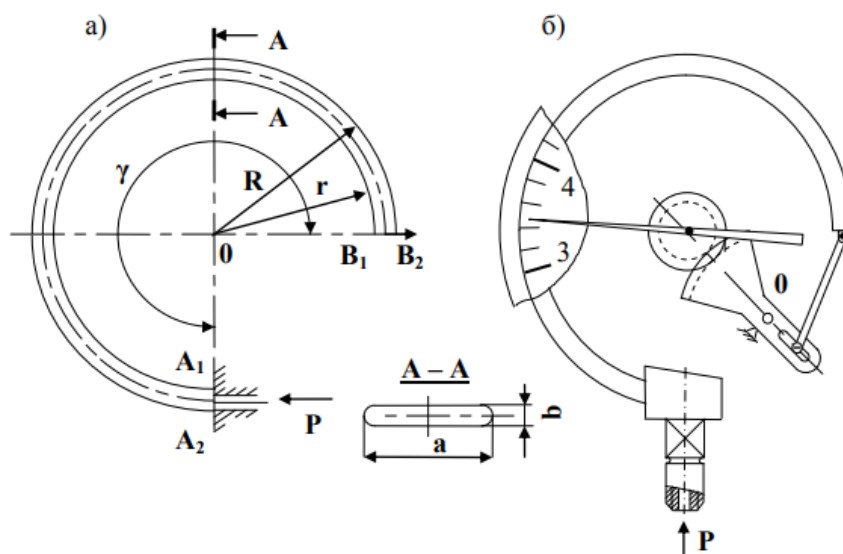


Рисунок 3. Схема деформационного манометра с трубчатой пружиной

Измеряемое давление подается во внутреннюю полость пружины, при этом ее свободный конец перемещается. При измерении избыточного давления пружина раскручивается, а при измерении разрежения – скручивается. Направление перемещения свободного конца трубки обусловлено увеличением малой оси сечения трубки под влиянием избыточного давления и уменьшением при воздействии разрежения. При этом длина трубки остается практически постоянной.

Трубка согнута по кругу под углом $\gamma \approx 270^\circ$. При возрастании давления, действующего изнутри трубки, малая ось эллипса увеличивается, тогда как длины дуг A_1B_1 и A_2B_2 остаются практически постоянными.

Если r - радиус OB_1 , R - радиус OB_2 , b - малая ось эллипса трубки, γ — угол закручивания трубки – размеры трубки до деформации давлением и соответственно r' , R' , b' и γ' - те же размеры после деформации, то будем иметь:

$$r \cdot \gamma = r' \cdot \gamma' \quad \text{и} \quad R \cdot \gamma = R' \cdot \gamma'. \quad (2)$$

Вычитая из второго выражения первое, получим:

$$(R - r)\gamma = (R' - r')\gamma'. \quad (3)$$

Так как $R - r = b$ и $R' - r' = b'$, то уравнение (3) примет вид

$$b\gamma = b'\gamma'. \quad (4)$$

После деформации трубки $b' > b$, поэтому $\gamma' < \gamma$, т.е. под воздействием измеряемого давления трубчатая пружина манометра уменьшает свою кривизну, раскручиваясь в определенном направлении. Особенностью конструкций эталонных деформационных манометров является наличие корректора нуля и арретира. Шкала прибора имеет 100, 200 или 250 делений.

При проведении измерений эталонным деформационным манометром необходимо использовать свидетельство, в котором приведена реальная статическая характеристика (РСХ) данного эталонного манометра. Классы точности эталонных деформационных манометров – 0,15; 0,2; 0,4.

Поверка технического манометра

Поверкой технических манометров называют совокупность операций, выполняемых с целью оценки их погрешностей и вариации. Перед поверкой производят внешний осмотр манометра, чтобы убедиться в отсутствии неисправностей, препятствующих применению поверяемого манометра.

Стрелка манометра в рабочем положении и при отсутствии давления не должна отклоняться от нулевой отметки более чем на 0,5 деления шкалы.

Технические манометры поверяют путем сравнения их показаний с показаниями приборов более высокого класса точности.

Верхний предел измерения эталонного манометра должен быть на 1/3 больше верхнего предела измерения поверяемого манометра, а значение допускаемой погрешности эталонного манометра – в 4 раза меньше значения допускаемой погрешности поверяемого манометра.

Количество поверяемых отметок должно составлять: для манометров классов точности 1,5 и 2,5 – не менее пяти; для манометров класса точности ниже 2,5 – не менее трех.

В практической работе количество поверяемых отметок соответствует оцифрованным делениям шкалы поверяемого манометра.

Порядок поверки по грузопоршневому манометру

Подготовить гидросистему к проведению поверки. Для отключения образцового деформационного манометра закрыть вентиль 12. Открыть вентиль грузопоршневой колонки 10, вентиль емкости с рабочей жидкостью 14 и вентиль поверяемого манометра 11, при этом давление в гидросистеме становится равным атмосферному.

Для удаления воздуха из гидросистемы ввести поршень 6 в цилиндр 7 до упора вращением рукоятки 9 по часовой стрелке. Заполнить гидросистему рабочей жидкостью вращением рукоятки 9 против часовой стрелки до упора. Закрыть вентиль 14.

На грузоприемную тарелку 3 положить такое количество грузов 16, давление которых вместе с давлением грузоприемной тарелки численно равно значению давления первой поверяемой отметки (значения давлений, создаваемых массой грузов и массой грузоприемной тарелки, нанесены на их поверхности).

Создать в гидросистеме давление, соответствующее давлению первой поверяемой отметки. Для этого, вращая рукоятку 9 гидравлического пресса по часовой стрелке, добиться подъема поршня 2 с грузами 16 до совпадения рисок, нанесенных на стойке 17 и на ребре грузоприемной тарелки 3.

Для уменьшения погрешности от влияния сухого трения в колонке и люфтов в передаточном механизме поверяемого манометра перед отсчетом привести грузоприемную тарелку с грузами во вращение и произвести легкое постукивание по корпусу поверяемого манометра.

Произвести отсчет показаний поверяемого манометра с округлением до 0,1 цены деления шкалы. Результаты поверки занести в протокол, форма которого представлена выше.

Для других поверяемых отметок при увеличении давления (прямой ход) произвести операции поверки, накладывая количество грузов, соответствующее последующей поверяемой отметке, и создавая прессом соответствующее давление.

Выдержать поверяемый манометр под давлением, равным верхнему пределу измерения, в течение 5 минут для проверки его герметичности.

Произвести операции поверки для всех поверяемых отметок при уменьшении давления (обратный ход). Для устранения вероятности поломки ГПМ при обратном ходе на каждой поверяемой отметке вначале немного уменьшают давление, затем снимают необходимое количество грузов.

После поверки ГПМ привести в исходное состояние: снизить давление до нуля, вращая рукоятку 9 гидравлического пресса против часовой стрелки; открыть вентиль 14 емкости для рабочей жидкости 13; вращая рукоятку 9 по часовой стрелке до упора, вытеснить рабочую жидкость в емкость 13.

Порядок поверки по эталонному деформационному манометру

Для отключения колонки ГПМ закрыть вентиль 10. Открыть вентиль 14 емкости с рабочей жидкостью. Подключить к гидросистеме эталонный деформационный манометр 15, открыв вентиль 12.

Подготовить гидросистему к проведению поверки. Создать в гидравлической системе давление, соответствующее первой поверяемой отметке. Значение действительного давления

контролировать с помощью эталонного деформационного манометра по его реальной статической характеристике, указанной в свидетельстве.

Произвести отсчет показаний поверяемого манометра. Для уменьшения погрешности от влияния люфтов в передаточном механизме поверяемого манометра перед отсчетом произвести легкое постукивание по корпусу поверяемого манометра.

Произвести методом сличения поверку всех оцифрованных отметок шкалы поверяемого манометра при прямом и обратном ходе. Полученные экспериментальные данные занести в протокол поверки.

После поверки ГПМ привести в исходное состояние.

Обработка экспериментальных данных

Основную абсолютную погрешность вычисляют для каждой поверяемой отметки как разность показаний поверяемого и эталонного манометров:

$$\Delta' = P' - P_0, \quad \Delta'' = P'' - P_0, \quad (5)$$

где Δ', Δ'' - основная абсолютная погрешность поверяемого манометра при прямом и обратном ходе, кгс/см² (МПа);

P', P'' - показания поверяемого манометра при прямом и обратном ходе, кгс/см² (МПа);

P_0 - показания эталонного манометра, кгс/см² (МПа).

Основную приведенную погрешность вычисляют для каждой поверяемой отметки как частное от деления основной абсолютной погрешности на диапазон измерений поверяемого манометра:

$$\gamma' = \frac{\Delta'}{P_K - P_H} \cdot 100, \quad \gamma'' = \frac{\Delta''}{P_K - P_H} \cdot 100, \quad (6)$$

где γ', γ'' - основная приведенная погрешность поверяемого манометра при прямом и обратном ходе, %;

P_K, P_H - конечное и начальное значения шкалы поверяемого манометра, кгс/см² (МПа).

Вариацию вычисляют как разность показаний манометра, соответствующих одной и той же поверяемой отметке, при прямом и обратном ходе:

$$V = |P' - P''|. \quad (7)$$

Приведенную вариацию вычисляют как частное от деления значения вариации на диапазон показаний поверяемого манометра:

$$W = \frac{V}{P_K - P_H} \cdot 100. \quad (8)$$

Допускаемые значения основной приведенной погрешности и приведенной вариации численно равны классу точности поверяемого манометра. Например, если класс точности манометра равен 1,5, то допускаемые значения основной приведенной погрешности и вариации равны:

$$\gamma_{\text{дон}} = W_{\text{дон}} = 1,5 \text{ \%}.$$

Допускаемые значения основной абсолютной погрешности и вариации вычисляют по формулам:

$$\Delta_{\text{дон}} = \frac{\gamma_{\text{дон}} \cdot (P_K - P_H)}{100}, \quad V_{\text{дон}} = \frac{W_{\text{дон}} \cdot (P_K - P_H)}{100}. \quad (9)$$

Вывод о годности поверяемого технического манометра делают на основании сравнения максимальной абсолютной погрешности и вариации манометра с их основными допускаемыми значениями. Вместо максимальной абсолютной погрешности и вариации можно использовать основную максимальную приведенную погрешность и приведенную вариацию.

Если выполняются условия:

$$|\Delta_{\text{max}}| \leq |\Delta_{\text{дон}}|, \quad |V_{\text{max}}| \leq |V_{\text{дон}}|, \quad (10)$$

где Δ_{max} , V_{max} - максимальные значения основной абсолютной погрешности и вариации, полученные в результате поверки, кгс/см² (МПа);

$\Delta_{\text{дон}}$, $V_{\text{дон}}$ - допускаемые значения основной абсолютной погрешности и вариации поверяемого манометра, кгс/см² (МПа);

или условия:

$$|\gamma_{\text{max}}| \leq |\gamma_{\text{дон}}|, \quad |W_{\text{max}}| \leq |W_{\text{дон}}|, \quad (11)$$

где γ_{max} , W_{max} - максимальные значения основной приведенной погрешности и приведенной вариации, %;

$\Delta_{\text{дон}}$, $V_{\text{дон}}$ - допускаемые значения основной приведенной погрешности и приведенной вариации, %;

то поверяемый манометр годен к эксплуатации, о чем в протокол поверки заносится соответствующая запись. Если условия (10) или (11) не выполняются, то поверяемый манометр негоден к эксплуатации. Результаты расчетов заносят в протокол поверки.

ПРОТОКОЛ

поверки манометра типа _____ № _____ конечное значение шкалы _____ кгс/см² (МПа),

цена деления шкалы _____ кгс/см² (МПа)

класс точности _____.

Поверка произведена по эталонному манометру типа _____ № _____

класс точности _____.

Показания эталонного манометра, кгс/см ² (МПа)	Показания поверяемого манометра, кгс/см ² (МПа)		Основная абсолютная погрешность, кгс/см ² (МПа)		Основная приведенная погрешность, %		Вариация, кгс/см ² (МПа)	Приведенная вариация, %
	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход		

Допускаемая приведенная погрешность поверяемого манометра _____ %. Максимальная приведенная погрешность поверяемого манометра _____ %.

Допускаемая приведенная вариация _____ %. Максимальная приведенная вариация _____ %.

Вывод: манометр годен (негоден) для измерений.

Практическая работа № 20

Поверка расходомеров

Цель работы: изучение правил и методов поверки расходомеров.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Назовите и охарактеризуйте группы расходомеров.
 - b. Назовите виды поверки и охарактеризуйте их.
 - c. Какими нормативными документами руководствуются при проведении поверки расходомеров.
 - d. Определите максимальный расход жидкости в трубопроводе с диаметром 150 и 300 мм при скорости жидкости 4 м/с.
 - e. Определите максимальный расход жидкости в трубопроводе с диаметром 80 и 400 мм при скорости жидкости 10 м/с.
 - f. Какие пределы допускаемой относительной погрешности при поверке методом сличения, % для проливных установок «ВПУ-Энерго».
 - g. Перечислите операции, которые необходимо выполнять в ходе поверки расходомеров.
 - h. Перечислите средства поверки, рекомендуемые МИ 163-78.
 - i. При каких условиях должна проводиться поверка расходомеров.

- j. Опишите этапы проведения поверки расходомеров.
- 3. Выполните измерения и заполните протокол (см. Приложение 3).

Любой технологический процесс должен быть управляемым и нуждается в постоянном регулировании и контроле. Существует целый ряд различных средств контроля и измерений. Так, для измерения расхода какого-либо вещества в напорных трубопроводах в качестве измерительного прибора используются расходомеры. Расходомерами измеряется в основном расход жидкостей и газов.

В зависимости от поставленной цели, используют расходомеры, различающиеся по принципу действия. По данному признаку можно определить основные группы расходомеров:

Тепловые расходомеры. В таких расходомерах скорость перемещения вещества зависит от изменения его температуры путем нагревания установленных в потоке датчиков температуры;

Ультразвуковые расходомеры. Скорость вещества в потоке в таких расходомерах определяется с помощью установленных датчиков ультразвуковых волн;

Электромагнитные расходомеры. Работа таких расходомеров основана на использовании электромагнитов и электродов, установленных определенным образом;

Вихревые расходомеры. В этих расходомерах о скорости потока вещества судят с помощью шарообразных или дискообразных мишеней, которые укрепляются на эластичном тросе. Скорость и направление потока вещества определяют по степени деформации троса;

Существует еще несколько видов расходомеров, такие, как механические, кориолисовские, микрорасходомеры и т.д.

Своевременная поверка – гарантия точной работы расходомеров

Независимо от вида и принципа действия, любой измерительный прибор с течением времени может утратить точность своих показаний. Поэтому все измерительные приборы, в том числе и расходомеры, нуждаются в систематической поверке.

Поверка расходомеров проводится в следующих случаях:

Первичная поверка. Проводится непосредственно при выпуске прибора из производства или после ремонта;

Периодическая поверка. Проводится в период эксплуатации не реже одного раза в два года;

Внеочередная поверка. Проводится в случае повреждения пломбы и при утрате документов, подтверждающих прохождение периодической поверки.

Поверка расходомеров осуществляется на поверочных установках с различными типами выходных сигналов: ток, напряжение, импульсные сигналы всех видов.

Активное внедрение во все сферы жизнедеятельности в течение последних 25 лет приборов учета энергетических и технологических ресурсов привело к формированию соответствующей системы метрологического обслуживания этих приборов как при выпуске из производства, так и в процессе эксплуатации, на протяжении всего жизненного цикла счетчиков

и расходомеров различных ресурсов.

Важным элементом системы метрологического сервиса является поверка – «совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям» [Федеральный закон № 102-ФЗ от 26.06.2008 «Об обеспечении единства измерений»]. Поверка проводится путем сличения показаний поверяемого средства измерения (водосчетчика, расходомера) с эталоном, «эталон единицы величины - техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины» [Федеральный закон № 102-ФЗ от 26.06.2008 «Об обеспечении единства измерений»]. Эталон, используемый при поверке средств измерений, подлежит первичной и периодической аттестации [Постановление Правительства РФ от 23 сентября 2010 г. N 734 "Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений"].

До осени 2015 г. поверка средств измерений (СИ) в России проводилась на основании Правил по метрологии ПР 50.2.006-94, утвержденных Росстандартом [ПР 50.2.006-94. Правила по метрологии. «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений»], с осени 2015 г. поверка проводится на основании Приказа 1815, утвержденного Минпромторгом [Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке"]. Два этих документа, формально не определяя требований к эталонам, в реальности через общие требования к порядку проведения поверки средств измерений содержат существенно отличающиеся требования к эталонной базе.

В соответствии с [ПР 50.2.006-94. Правила по метрологии. «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений»] «2.7. ... Периодическую поверку средств измерений, предназначенных для измерений (воспроизведения) нескольких величин или имеющих несколько диапазонов измерений, но используемых для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе диапазонов измерений, допускается на основании решения главного метролога или руководителя юридического лица производить только по тем требованиям нормативных документов по поверке, которые определяют пригодность средств измерений для применяемого числа величин и применяемых диапазонов измерений. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах».

В соответствии с [Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке"] «18. ... Периодическую поверку СИ, предназначенных для измерений (воспроизведения) нескольких величин или имеющих несколько поддиапазонов измерений, но используемых для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, допускается на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме, при условии наличия в методике поверки соответствующих указаний. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке и (или) в паспорте (формуляре), если это допускается конструкцией СИ».

Таким образом, в соответствии с утратившими силу ПР 50.2.006-94 поверка расходомера (счетчика) жидкости могла быть проведена не по номинальным (паспортным), а по фактическим (эксплуатационным) диапазонам расходов жидкости. А в соответствии с Приказом № 1815 поверка должна быть проведена по паспортным диапазонам расходов жидкости, т.к. в абсолютном большинстве существующих на сегодняшний день методик поверки расходомеров-

счетчиков жидкостей отсутствуют указания на возможность поверки на отдельных диапазонах расходов.

Традиционно разработчики расходомеров и счетчиков жидкости в качестве максимального паспортного расхода приборов указывают расход, соответствующий скорости жидкости в 10 (столбец 4 таблицы 1), в некоторых случаях 12 м/с.

Таблица 1.

Максимальные расходы жидкости в трубопроводе

№ п/п	Диаметр условного прохода, мм	Максимальный расход, м³/ч, при скорости жидкости 4 м/с	Максимальный расход, м³/ч, при скорости жидкости 10 м/с
1	2	3	4
1	32	12	29
2	50	28	71
3	80	72	181
4	100	113	283
5	150	254	636
6	200	452	1130
7	300	1017	2543
8	400	1809	4522

На практике [Чигинев А.В. «Диапазон расходомера в теплоучете – а сколько на самом деле надо?», сборник докладов IV международного конгресса «Энергоэффективность XXI век», г.Санкт-Петербург, 2012, с.56-65] максимальные скорости жидкости в трубопроводах не превышают 4 м/с (столбец 3 таблицы 1). Поэтому для проведения поверки приборов учета тепла и воды из эксплуатации (периодической поверки) по ПР 50.2.006-94 достаточно было иметь в качестве эталона поверочную установку с максимальными расходами, соответствующими скорости жидкости 4 м/с (столбец 3 таблицы 1).

В соответствии с Приказом № 1815 для проведения поверки приборов учета тепла и воды из эксплуатации необходимо иметь в качестве эталона поверочную установку с максимальными расходами, соответствующими скорости жидкости 10 м/с (столбец 4 таблицы 1), т.е. в 2,5 раза большими.

Таким образом, **введение в действие нового нормативного документа** [Приказ Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке"] **привело к резкому ужесточению требований к эталонам объемного расхода (проливным поверочным установкам)**. Предприятия различных отраслей (нефтегаз, нефтехимия, теплоэнергетика, теплоснабжение, водоснабжение и др.) вынуждены после окончания межповерочного интервала направлять свои расходомеры в метрологические центры зачастую за сотни и тысячи километров, поскольку поверочные установки с максимально воспроизводимыми расходами выше 200 м³/ч существуют в России в единичных экземплярах.

Таблица 2.

Исполнения установок «ВПУ-Энерго»

Характеристика	Исполнения проливных установок «ВПУ-Энерго-...»					
	0006	0060	0100	0200	0450	*
Диаметры условного прохода	4* – 32	4* – 50	4* – 80	4*-100	4*-150	4*-300*

поверяемых расходомеров, мм						
Максимальный воспроизводимый установкой расход, м³/ч	6,0	60	100	200	200*, 300*, 450*	600*,800*,1000*, 2000*
Количество рабочих столов	1	1	1	1	1 (2*)	1 (2*)
Пределы допускаемой относительной погрешности при поверке методом сличения, %	(0,09 - 0,2)*					
Пределы допускаемой относительной погрешности при поверке весовым методом, %	(0,04 - 0,07)*					
* - уточняется при заказе						



Фото 1. Элементы конструкции установок «ВПУ-Энерго-2000»

МЕТОДИКА

ПОВЕРКИ РАСХОДОМЕРОВ ЖИДКОСТИ

МИ 163-78

I. Операции поверки

1.1. При проведении поверки необходимо выполнять операции, указанные в таблице.

Наименование операции	Номера пунктов	Обязательность проведения операции при:	
		выпуске на	эксплуатации и

	методики	производство и ремонте	хранении
Внешний осмотр	5.1	да	да
Проверка первичного преобразователя (непосредственно взаимодействующего с изменяемой жидкостью) на герметичность	5.2	да	нет
Определение основной погрешности расходомера	5.4	да	да

2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки необходимо применять следующие средства намерений:

установку с рабочем эталоном или образцовым расходомером (приложение 1), поверочную расходомерную установку (приложение 2);

соотношение допускаемых погрешностей образцовых и поверяемых средств измерения согласно ГОСТ 8.142-75 не должно превышать 1:3;

манометр образцовый типа МО класса точности 0,16 с верхним пределом измерения 0,16 МПа (1,6 кгс/см²) по ГОСТ 6521-72;

психрометр аспирационный типа М54 по ГОСТ 6353-52; термометр лабораторный типа 4-Б2 по ГОСТ 215-73;

пресс гидравлический со статическим давлением до 25 МПа (250 кгс/см²);

источник переменного тока напряжением $220 \pm 4,4$ В и частотой $50 \pm 0,5$ Гц.

2.2. Допускается применение приборов других типов с аналогичными или улучшенными характеристиками.

2.3. Измеряемая среда - вода питьевая по ГОСТ 2874-73 или иная жидкость, на которой аттестовано образцовое средство измерения.

2.4. Все образцовые средства измерения должны быть поверены (аттестованы) органами государственной или ведомственной метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке.

3. Условия поверки

3.1. При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия.

Температура измеряемой среды должна быть 20 °С с допускаемыми отклонениями:

± 2 °С - при поверке расходомеров для всего диапазона точности по ГОСТ 8.142-75 с помощью рабочего эталона (в дальнейшем эталона) и при поверке расходомеров с пределом допускаемых погрешностей от 0,25 до 1 % с помощью образцового расходомера или поверочной расходомерной установки (в дальнейшем установки);

± 5 °С - при поверке расходомеров с пределом допускаемых погрешностей выше 1 % с помощью образцового расходомера ила установки.

Примечание. Расходомеры, основная погрешность которых нормируется в диапазоне температур измеряемой среды, отличающемся от указанного в настоящем пункте,

допускается поверять при температуре измеряемой среды, указанной в его технической документация, на установках, погрешность которых нормирована в этом же диапазоне температур.

Температура окружающей среды должна быть 20 °С с допускаемыми отклонениями:

±2 °С - при поверке расходомеров для всего диапазона точностей по ГОСТ 8.142-75 с помощью эталона или образцового расходомера в при поверке расходомеров с пределом допускаемых погрешностей от 0,25 до 1 % с помощью установки;

±5 °С -при поверке расходомеров с пределом допускаемых погрешностей выше 1 % с помощью установки.

Относительная влажность окружающей среды от 30 до 80 %.

Отклонение от номинального значения:

- напряжения латания не более ±2 %;
- частоты не более ± 0,5 Гц.

Электрические и магнитные поля (кроме земного), а также вибрация и тряска, влияющие на работу расходомера, должны отсутствовать.

4. Подготовка к поверке

4.1. Перед проведением поверки образцовое средство и измерительные приборы должны быть подготовлены к работе согласно инструкциям по монтажу и эксплуатации.

4.2. Необходимо проверить значения напряжения и частоты источника питания.

4.3. Поверяемый расходомер устанавливают в измерительную магистраль последовательно с образцовым средством измерения расхода (установку расходомера следует выполнять в соответствии с его технической документацией), после чего проверяют герметичность соединений.

5. Проведение поверки

5.1. Внешний осмотр.

5.1.1. При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие расходомера требованиям документации. При этом по паспорту проверяют комплектность расходомера. На расходомере не должно быть механических повреждений, затрудняющих его работу, а также нарушений лакокрасочных покрытий, ухудшающих его внешний вид.

5.1.2. Проверяют соответствие маркировки расходомера требованиям технической документации.

5.2. Для проверки герметичности преобразователя расходомера, непосредственно взаимодействующего с измеряемой средой, создают в его рабочей полости гидравлическое давление в соответствии с указанным в технической документации или на фирменной табличке прибора. Результаты проверки считают удовлетворительными, если при наружном осмотре в течение 15 мин не наблюдается микротечи, каплепадения, а по образцовому манометру класса точности не ниже 0,4 - спада давления.

Примечание. Допускается проводить проверку на герметичность по методике, изложенной в технической документации на поверяемый расходомер.

5.3. При несоответствии расходомера требованиям, изложенным в пп. 5.1, 5.2, его считают непригодным к эксплуатации, и дальнейшей поверке он не подлежит.

5.4. Определение основной погрешности расходомера

5.4.1. Основную погрешность расходомера определяют при расходе, соответствующем среднему значению диапазона измерений, а также его нижнему и верхнему пределам.

5.4.2. Основную погрешность определяют методом сравнения результатов измерения поверяемым расходомером и образцовым средством намерения при условиях, указанных в разд. 3.

Для определения основной погрешности с помощью устройства для регулирования устанавливают расход, соответствующий нижнему пределу диапазона намерения поверяемого расходомера. Значение расхода измеряют с помощью средства поверки не менее трех раз.

5.4.3. Основную погрешность расходомера Δ_o , %, вычисляют по формуле

$$\Delta_o = \left(\frac{G_{\text{п}} - G_{\text{об}}}{G_{\text{в.п.}}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

где $G_{\text{п}}$ - значения расхода, соответствующие показанию поверяемого расходомера, кг/с;

$G_{\text{об}}$ - то же, образцового средства измерения, кг/с;

$G_{\text{в.п.}}$ - верхний предел диапазона измерений поверяемого расходомера, кг/с.

5.4.4. Для расходомеров, работающих в системах информации и автоматического управления, допускается определять основную погрешность расходомера в виде суммы систематической и случайной составляющих погрешности.

За время одного измерения расхода с помощью образцового средства записывают не менее пяти показаний поверяемого расходомера.

5.4.5. Суммарную погрешность расходомера вычисляют по формуле

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\text{о.с.}} + \dot{\Delta}_o \quad (2)$$

где $\Delta_{\text{о.с.}}$ - систематическая составляющая основной погрешности . расходомера;

$\dot{\Delta}_o$ - случайная составляющая основной погрешности расходомера.

Систематическая составляющая основной погрешности, %,

$$\Delta_{\text{о.с.}} = \left| \frac{\bar{G}_{\text{п}} - \bar{G}_{\text{об}}}{G_{\text{в.п.}}} \right| \cdot 100, \quad (3)$$

где $\bar{G}_{\text{п}}$ - среднее арифметическое значение расхода, определенное по показаниям поверяемого расходомера, кг/с;

$\bar{G}_{\text{об}}$ - то же, по показаниям образцового средства измерения, кг/с;

$$\bar{G}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_{n_i}, \quad (4)$$

$$\bar{G}_{об} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m G_{об_i}, \quad (5)$$

где G_{n_i} - значение расхода по поверяемому расходомеру, кг/с;

$G_{об_i}$ - то же, по образцовому средству измерения, кг/с;

n- количество измерений по поверяемому расходомеру;

m- то же, по образцовому средству измерения.

Случайная составляющая основной погрешности, %

$$\Delta_s = t_\alpha \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (G_{n_i} - \bar{G}_n)^2 \cdot \frac{100}{G_{в.п.}}} \quad (6)$$

где t_α - квантиль распределения Стьюдента (в зависимости от числа измерений) для доверительной вероятности P_α , значение которой принимают равным 0,95, если иное не оговорено в технической документации на поверяемый расходомер.

5.4.6. Операции по пп. 5.4.3 - 5.4.5 повторяют для расходов, соответствующих среднему значению диапазона измерений поверяемого расходомера и его верхнему пределу.

5.4.7. Наибольшее значение основной погрешности из числа вычисленных по формуле (1) или (2) не должно превышать указанного в технической документации на расходомер.

6. Оформление результатов поверки

6.1. Расходомеры, прошедшие поверку с положительными результатами, подлежат клеймению.

6.2. Плombы с оттиском государственного поверительного клейма следует ставить в местах, определенных в технической документации, утвержденной в установленном порядке.

6.3. При выпуске расходомеров из производства и ремонта, а также при их периодической поверке в паспорте на расходомер делают запись о результатах поверки и ставят подпись государственного, поверителя, проводившего поверку, скрепленную оттиском каучукового поверительного клейма.

6.4. При отрицательных результатах поверки расходомер не допускается к выпуску из производства или ремонта, а находящийся в эксплуатации – к применению.

В паспорте (или документе, его заменяющем) делают запись о непригодности прибора, а доверительное клеймо гасят.

6.5. В процессе поверки ведут протокол по форме, приведенной в приложении 3.

ПОВЕРОЧНАЯ РАСХОДОМЕРНАЯ УСТАНОВКА С РАБОЧИМ ЭТАЛОНОМ ИЛИ ОБРАЗЦОВЫМ РАСХОДОМЕРОМ

Установка должна состоять из следующих элементов: устройства задания и стабилизации расхода (насоса, производственных магистралей для потока жидкости, гасителя пульсаций, регулировочного устройства); рабочего массового эталона или образцового расходомера; устройства приема измеряемой среды, которое содержит резервуар или приспособление для слива измеряемой среды в случае незамкнутой поверочной системы или магистраль для возврата среды в случае замкнутой гидравлической поверочной системы; регистратора сигналов измерительной информации, предназначенного для сбора и записи сигналов (устройства накопления, обработки и хранения результатов поверки).

Примечание. Измерительную информацию может регистрировать оператор путем визуального считывания показаний.

Установка должна удовлетворять следующим требованиям. Длина прямого участка трубопровода до рабочего эталона или образцового расходомера и рабочего расходомера должна быть не менее десяти, а после рабочего эталона или образцового расходомера и рабочего расходомера не менее пяти диаметров условного прохода рабочего расходомера. Установка должна обеспечивать на испытательном участке осесимметричный, свободный от завихрений поток через расходомер.

Устройство для регулирования расхода устанавливают после расходомера по направлению движения потока.

Необходимо также, чтобы отношение пульсации расхода (в процентах) к основной погрешности поверяемого прибора не превышало 1:3.

Приложение 2 (Справочное)

ОБРАЗЦОВАЯ ПОВЕРОЧНАЯ УСТАНОВКА

Установка должна состоять из следующих элементов: средства измерения количества измеряемой среды в единицах массы (в состав которого входит весоизмерительное устройство); устройства формирования интервала времени измерения расхода (перекидного устройства или сигнализатора прохождения нормированного количества измеряемой среды), в течение которого заполняется весовой бак; испытательного участка, предназначенного для установки расходомера в линию поверочной установки (компенсатора длины трубопровода, прямых участков труб, термометра для измерения температуры измеряемой среды); устройства создания и стабилизации расхода (насоса, гасителя пульсаций и регулировочного устройства), блока управления средством измерения времени и сигнализатором готовности поверочной расходомерной установки; устройства заправки и хранения среды (насоса, фильтров и резервуара для измеряемой среды); устройства опорожнения магистрали (насоса, фильтров для измеряемой среды); регистратора сигналов измерительной информации, предназначенного для сбора и записи сигналов (устройства накопления, обработки и хранения результатов измерения).

Примечание. Измерительную информацию оператор может регистрировать путем визуального снятия показаний.

Установка должна удовлетворять следующим требованиям. При срабатывании устройства формирования интервала времени измерения расхода в линии испытательного участка не должно

быть гидравлических ударов или скачков давления.

Регулировочное устройство устанавливают на испытательном участке после расходомера по направлению движения потока. Длина прямого участка трубопровода до рабочего расходомера должна быть не менее шести, а после расходомера не менее трех диаметров его условного прохода.

Установка должна обеспечивать на измерительном участке свободный от завихрений поток через расходомер. Необходимо также, чтобы отношение пульсации (в процентах) к основной погрешности поверяемого прибора не превышало 1:3.

Примечание. Разработку новых поверочных расходомерных установок и совершенствование существующих, а также выбор типа и конструкций расходомерных установок следует проводить по согласованию с органами государственной метрологической службы.

Приложение 3 (Обязательное)

ПРОТОКОЛ №
поверки расходомера

Расходомер типа _____изготовленный (отремонтированный)

_____ номер _____, диапазон намерения

_____, класс точности _____,

принадлежащего _____, поверялся по средству измерения

_____, номер _____, диапазон измерения

_____, класс точности _____

Температура окружающей среды _____°C

Результаты внешнего осмотра _____

Результаты проверки герметичности корпуса первичного преобразователя _____

Результаты поверки

Поверяемые точки диапазона измерения	Температура измеряемой среды, °C	Номер измерения по средству поверки	Расход по средству поверки, кг/с	Номер измерения по контрольному прибору поверяемого расходомера	Расход по поверяемому расходомеру, кг/с	Основная погрешность поверяемого расходомера, %
Нижний предел		1		1 2 3 4 5		
		2		То же		
		3		•		
Середина диапазона		То же		•		
Верхний предел						

$$\Delta_o = \left(\frac{G_n - G_{об}}{G_{н.н.}} \right) \cdot 100; \quad \Delta_B = \Delta_{o.c.} + \overset{\circ}{\Delta}_o$$

$$\Delta_{o.c.} = \left| \frac{\bar{G}_n - \bar{G}_{об}}{G_{н.н.}} \right|, \quad \bar{G}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_{ni},$$

$$\bar{G}_{об} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m G_{об_i},$$

$$\overset{\circ}{\Delta} = t_{\alpha} \frac{1}{n-1} \sqrt{\sum_{i=1}^n (G_{ni} - \bar{G}_n)^2} \times \frac{100}{G_{н.н.}}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Наибольшая погрешность _____

Расходомер годен к эксплуатации _____

(забракован, указать причину)

Дата _____

(Подпись поверителя, инициалы и фамилия поверителя)

Практическая работа № 21

Диагностика неисправностей автоматических выключателей

Цель работы: изучение неисправностей автоматических выключателей.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Основные неисправности автоматов и причины их возникновения.
 - b. Как устроен аппарат защиты?
 - c. Выпишите основные проблемы автоматов?
 - d. Что делать, если автомат выбивает без видимых причин? Пути решения?
 - e. Срабатывание при включении нагрузки, пути решения?
 - f. Автоматический выключатель не включается, пути решения?
 - g. Пути решения, если рычаг заклинил?
 - h. Как продлить жизнь автоматическому выключателю?

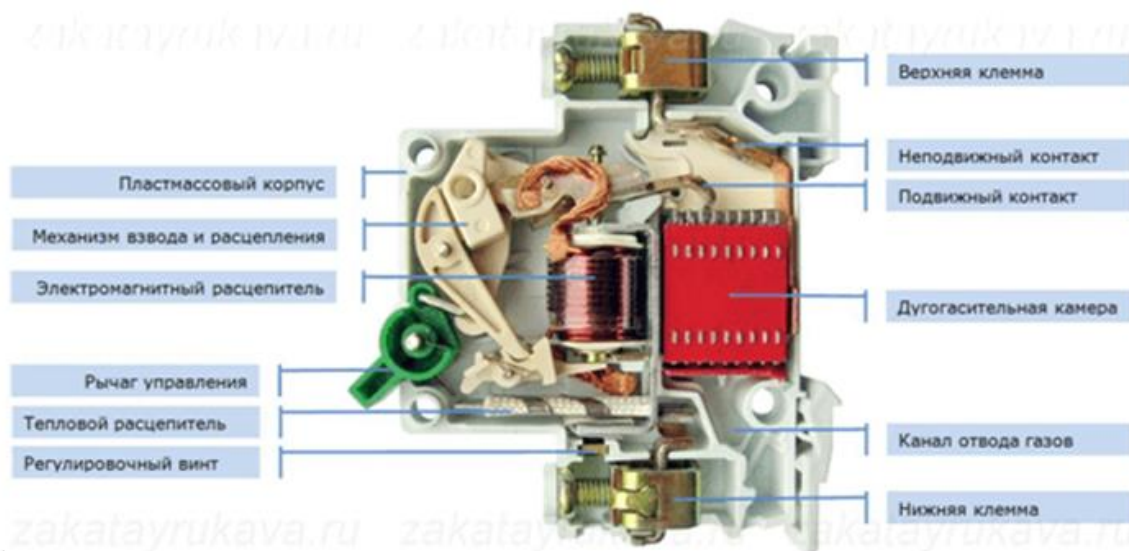
Основные неисправности автоматов и причины их возникновения

Современные автоматические выключатели не предназначены для ремонта потому что поставляются в неразборном корпусе. Производитель предполагает их замену, в то же время автоматы типа АП отечественного производства предполагали не только разборку, а регулировку. Рассматриваемые автоматы используют в электрических цепях напряжением до

1000 В, для защиты стояков и питающих линий.

Как устроен аппарат защиты

Он состоит из пары силовых контактов, теплового разъединителя и электромагнитного разъединителя.



Тепловой разъединитель срабатывает медленно, при незначительном (до 2 и более раз в зависимости от время-токовой характеристики конкретного автоматического выключателя) превышении номинального тока. Электромагнитный — при коротком замыкании или превышении тока в несколько раз, срабатывает за доли секунды.

Основные проблемы у автоматов

1. Выбивает.
2. Не выключается.
3. Не взводится.

Автомат выбивает — это значит что у вас либо внезапно, без явных на то причин, исчезает напряжение, либо при включении нагрузки в одну из цепей происходит отключение питающей сети. Не включаться автомат также может по разному:

- При взведении рычага он сразу же опускается вниз, напряжение появляется кратковременно или не появляется вообще.
- Рычаг заклинил и совсем не взводится и не работает.
- Если вы слышали запах гари или от автоматического выключателя отгорели провода, его нужно отключить прежде чем приступать к ремонту, но рычаг просто не сдвигается с места, как описано в предыдущем пункте, только во включенном положении.

Автомат выбивает без видимых причин

Периодическое выбивание автоматического выключателя связано с работой теплового разъединителя или скачками напряжения в питающей электросети. С последней причиной вы ничего не можете поделать, разве что поставить по входу до автомата стабилизатор напряжения, но это дорого. А вот выключение по тепловому разъединителю связано с длительным, но

незначительным по величине превышением номинального тока.

Чаще всего это не является неисправностью автоматического выключателя, а скорее неправильное его использование. В первую очередь следует узнать, на какой ток он рассчитан, это написано на лицевой панели. Затем посчитать суммарный потребляемый ток электроприборами, которые через него запитаны. Если ток не указан на приборах, на них должна фигурировать потребляемая мощность, в таком случае разделите количество Вт на 220 В, тогда вы узнаете количество Ампер через автомат.

Если полученный результат превышает номинал автомата — он будет размыкаться. Если автомат гудит или трещит — это признак его перегрузки.

Решение: Снизить потребление питаемой линии, включать мощные приборы по очереди.

Если же номинал автоматического выключателя подобран правильно, дело в другом. Тепловой разъединитель на то и тепловой, чтобы размыкаться при перегреве, а источником тепла могут стать подгоревшие силовые контакты (как на фото ниже) или не затянутые в клеммниках провода. И то и другое приводит к повышению контактного сопротивления, и нагреву, так как корпус закрыт, теплу деваться некуда, пластина тепловой защиты постепенно нагревается, со временем она разомкнется.



Решение: Проверить затяжку провода, извлечь, при необходимости зачистить их от окислений и нагара, а затем затянуть по новой. Контакты без разборки автомата не почистить, эту неисправность лучше не “лечить”, а заменить автоматический выключатель. Чтобы его разобрать можно высверлить заклепки и раскрыть корпус, но вы рискуете его не собрать или собрать с ошибками, с перекосом и механическими дефектами, что затруднит корректную работу.

Перегрев может получиться и от находящихся рядом с АВ источниками тепла в самом щитке. Проверьте рукой температуры окружающих приборов, возможно греется что-то рядом.

Срабатывание при включении нагрузки

Если неисправность возникает при включении какой-то из цепей, например света — неисправность наверняка в светильнике или проводке, ведущей к нему. Из-за нарушения

целостности изоляции кабеля или соединений возникло короткое замыкание.



Решение: Диагностика и ремонт заключается в отключении основного кабеля линии и замещении его временным, если помогла — значит вам предстоит ревизия и ремонт проводки.

Моментальное отключение автомата связано с работой электромагнитной защиты. Он не фиксируется во включенном положении из-за внутренних проблем с той же электромагнитной защитой. Проверить исправность автомата можно, заменив его заведомо исправным, с тем же номинальным током и чувствительностью — если все заработало исправно, причина именно в нем. Если автоматический выключатель не взводится без напряжения, при этом КЗ отсутствует — нужна его замена.

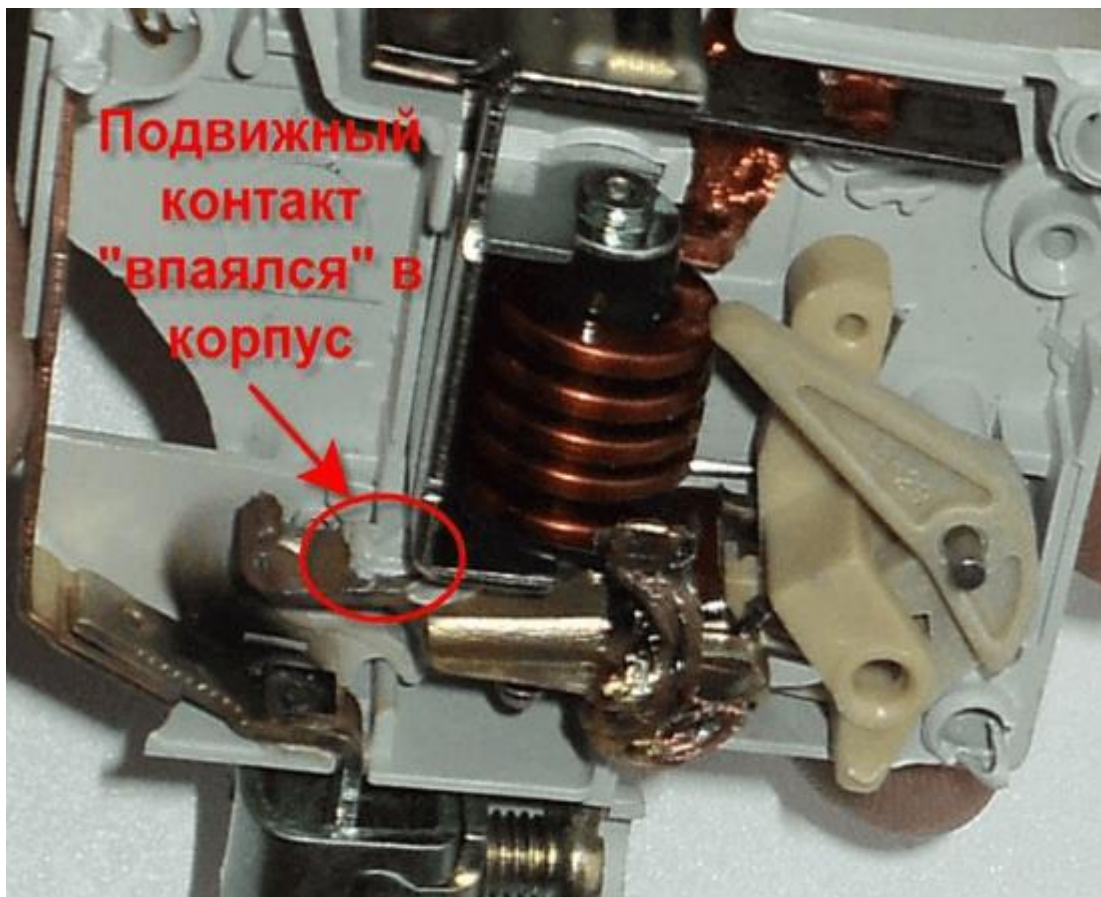
Автоматический выключатель не включается

Если вы поднимаете рычаг вверх, но автоматический выключатель не включается, и рычаг моментально падает вниз — виной этому либо механический износ узлов автомата, либо наличие КЗ. Проверить это можно, прозвонив питающую фазу на ноль низкоомной прозвонкой, например, контрольной лампочкой, либо омметром. Высокоомная прозвонка (например светодиодная контролька) может ввести вас в заблуждение и цепь может звониться через нагрузку (лампочки, ТЭНы или электродвигатели). Если цепь замкнута — значит имеет место пробой изоляции кабелей.

Решение: Устранение неисправности производить заменой кабеля или восстановлением изоляции. Если КЗ нет, то замена автомата.

Рычаг заклинил

Другое дело, когда вы не можете сдвинуть с нижнего положения рычаг автомата, значит механизм привода контактов заклинило. Эта неисправность может случиться при отключении под нагрузкой, если возникла сильная дуга и ее брызги заклинили подвижный контакт, а вернее его узлы или он впаялся в корпус.



Решение: Взяться за рычажок поближе к основанию и сильно, но плавно поднимать вверх, при этом возникает вероятность отломать его. В дальнейшем вы не сможете пользоваться таким автоматом. Еще вероятно заклинивание в дальнейшем, тогда автомат следует заменить. Вероятность успеха в этой процедуре 50%, на практике часто отламывается рычаг, особенно если это происходит на морозе.

Автомат не отключается при КЗ

Причины отсутствия реакции на КЗ может быть две.

Первая — залипли контакты. Из-за нагрева и образования дуг при размыканиях контакты прилипли друг к другу.

Вторая — заклинил механизм электромагнитного разъединителя.

Решение: Если автомат не срабатывает при коротких замыканиях — попробовать с усилием разорвать контакты, если не получилось, то заменить автомат.

Как продлить жизнь автоматическому выключателю

- Не перегружайте защищаемую линию током выше номинального.
- Не выключайте автомат под нагрузкой.

Если с первым советом всё понятно, то второй немного сложнее. Когда через контакты протекает ток и вы собираетесь их разъединить возникает дуга. Это происходит по причине истинности законов коммутации: “Ток в индуктивности не может прекратиться моментально”.

Даже если нагрузка активная, например обогреватель, кабеля имеют свою паразитную индуктивность. Еще более опасно размыкать автоматический выключатель, если к нему

подключена нагрузка типа электродвигателей или осветительных сетей с большим количеством дросселей (ДРЛ, ДНаТ, ЛЛ) — индуктивность еще большая, дуга тоже. Отсюда дефекты контактов, их обугливание, ускоренный износ и залипание.

Автоматические выключатели служат довольно долго, если работают в пределах номинальных условий. Ремонту современные автоматы не подлежат, поэтому не рекомендуется разбирать их, лучше заменить, на качественный аналог, например Moeller или ABB.

Для бытовых приборов и активной нагрузки используйте автоматы с буквой В, для подключения нагрузки со значительными пусковыми токами (двигателя) лучше подойдут аппараты с буквой D, а цифра после буквы обозначает величину допустимого тока.

Не допускайте подключения окисленных проводов и всегда затягивайте клеммы. Придерживаясь данных советов, неисправности автоматических выключателей будут возникать гораздо реже, и вам не придется беспокоиться за безопасность эксплуатации проводки в квартире либо доме.

Практическая работа № 22

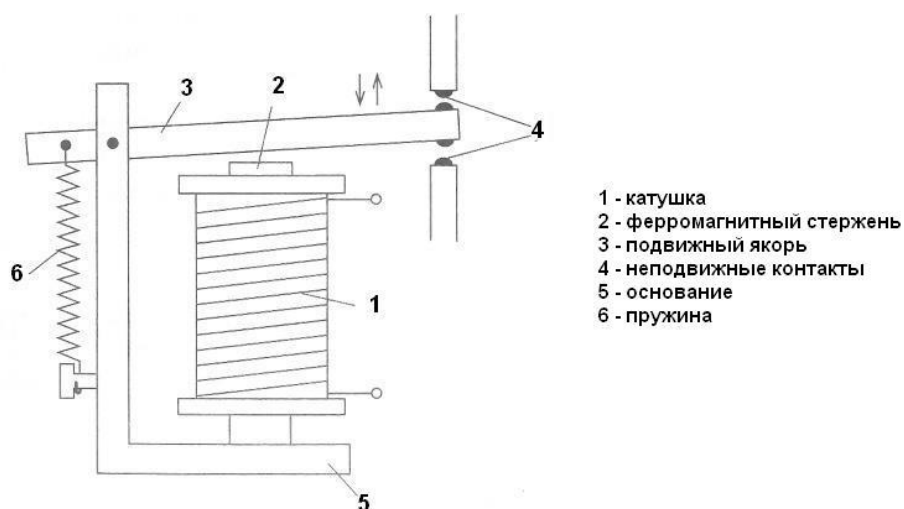
Диагностика неисправностей электромеханических реле

Цель работы: изучение способов поиска неисправностей реле.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Просмотрите видеоматериал:
 - a. Проверка реле регулятора <https://youtu.be/QvhxE6j6iz4> <https://youtu.be/H7k6u1e25EU>
 - b. Проверка втягивающего реле стартера <https://youtu.be/jYrORsLBDE0>
3. Ответьте на вопросы:
 - a. Назовите типы реле.
 - b. Опишите принцип действия реле.

Электромагнитное реле – это электромеханическое устройство, которое при воздействии на него тока замыкает или размыкает механические контакты. А те, в свою очередь, замыкают электрическую цепь, обычно с большими токами, по сравнению с управляющим сигналом.



Принцип действия

По существу реле – это электромагнит. Когда на катушку подается управляющее напряжение, то стержень притягивает якорь, производя, таким образом, переключение цепи.



Реле бывают трех видов:

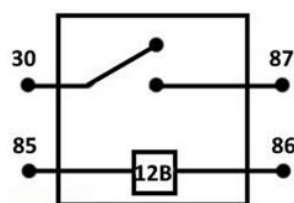
- с нормально замкнутыми контактами;
- с нормально разомкнутыми;
- перекидывающиеся.

При подаче управляющего сигнала на устройство с нормально замкнутыми коннекторами, они размыкаются, при отсутствии сигнала замыкаются. У реле с разомкнутыми коннекторами все наоборот. Напряжение на обмотке присутствует, клеммы замыкаются, отсутствует – размыкается. В перекидывающихся моделях имеется две группы коннекторов, одни нормально замкнутые, другие нормально разомкнутые. У них имеется общая клемма. При подаче тока на обмотку контакты переключаются с одного положения на другое.

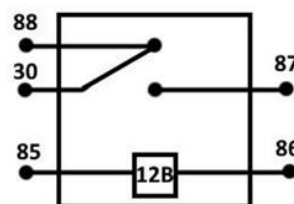
Проверка работоспособности

На корпусе каждого реле изображена схема с номерами контактов и номиналом управляющего напряжения. Прямоугольник с выводами 85 и 86 означает катушку. Поэтому при измерении параметров обмотки нужно подключаться к ним. Другие выводы с номерами 30, 87 и 87a (88) являются ключом переключения внешней цепи.

Реле 4-х контактное



Реле 5-ти контактное

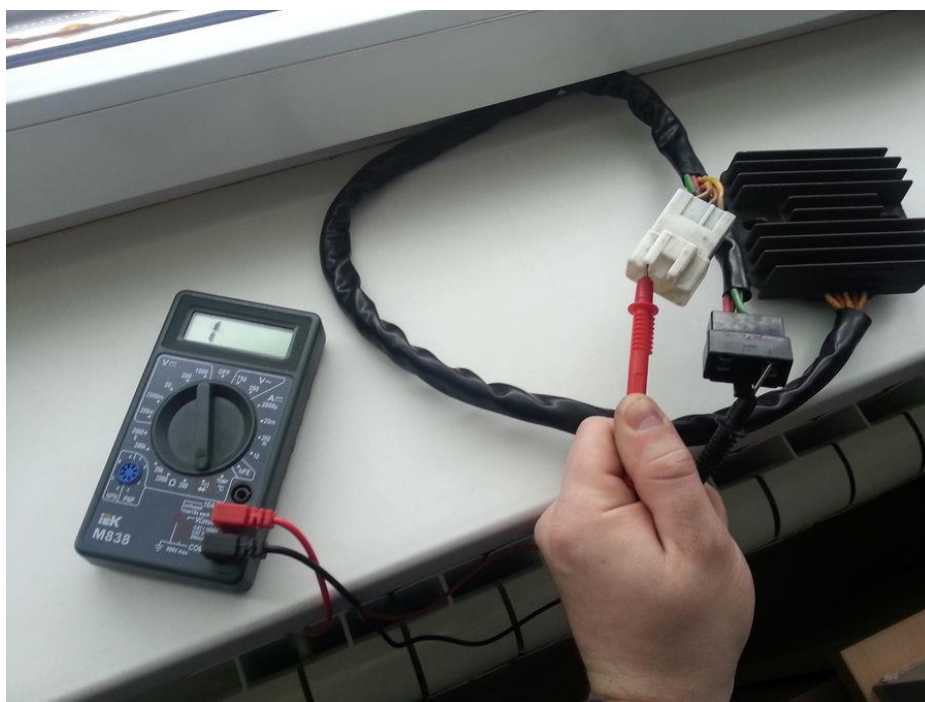


Как тестер реле регуляторов и любого другого электромагнитного реле удобно

использовать цифровой мультиметр. Это связано с тем, что он может измерять ток, напряжение и сопротивление.

Так как работоспособность устройства зависит в первую очередь от исправности обмотки, проверка начинается с измерения сопротивления катушки. Его значения лежат в пределах от нескольких десятков Ом до нескольких сотен Ом.

Для этого мультиметр переключателем переводим в режим измерения сопротивления. К выводам 85, 86 подсоединяем измерительные щупы, снимаем показания. Если сопротивление в пределах нормы, то надо проверить состояние управляемых выводов. В реле с нормально замкнутыми контактами 30 и 87, при измерении сопротивления между ними, мультиметр должен показать 0 Ом. С нормально разомкнутыми контактами 30 и 87 сопротивление между ними должно быть равно бесконечности. При подаче управляющего напряжения на выводы катушки 85 и 86 все должно поменяться с точностью наоборот.



Иногда известен только ток срабатывания, тогда измеряется сопротивление катушки. После этого показания мультиметра умножаются на ток срабатывания, и получается управляющее воздействие обмотки. Затем, подавая вычисленное напряжение, можно проверять контактную группу, как было описано выше.

На обмотку реле переменного тока можно подавать только переменное напряжение.

После проверки реле, если есть потребность и возможность регулировки контактов сделайте это. В противном случае – замените весь прибор. Его установку и извлечение нужно осуществлять при отключенном питании устройства.

Наиболее часто с коммутационными устройствами приходится сталкиваться автомобилистам. Речь идет о реле регулятора генератора (стартера). О нем вспоминают, когда двигатель перестает заводиться и выясняется, что аккумулятор разряжен. Одной из причин этого является неисправность регулятора.



На старых автомобилях для поддержания постоянства напряжения использовался регулятор, состоящий из трёх устройств — стабилизатора напряжения, ограничителя тока и реле обратного тока. Регулятор не позволяет аккумулятору перезаряжаться, что продлевает срок его службы. Он бывает встроенный в щеточный блок стартера или выполняется как отдельный модуль. Его неисправность может перезарядить или не дозарядить аккумулятор. В первом случае будут видны потеки на корпусе, начнет выкипать электролит, что приведет к падению напряжения ниже 12 вольт. Во втором значения изначально будут ниже допустимого. Как результат, двигатель не заведется.

Проверка регулятора стартера

Чтобы проверить реле регулятор стартера, не снимая его с автомобиля, можно воспользоваться мультиметром, прозвонить все подходящие к нему провода. Для этого они предварительно отключаются от регулятора. Мультиметр переводится в режим измерения сопротивления, проверяются отключенные провода.



Если все в норме, то проводники возвращают на место. Замеряется напряжение на клеммах аккумулятора при выключенном двигателе. Мультиметр переводится в режим измерения постоянного напряжения в диапазоне от 0 до 20 Вольт. Щупы цепляются к клеммам аккумулятора. Прибор должен показывать 12,2-12,7 V. Если 12 вольт и ниже, то его надо подзарядить.

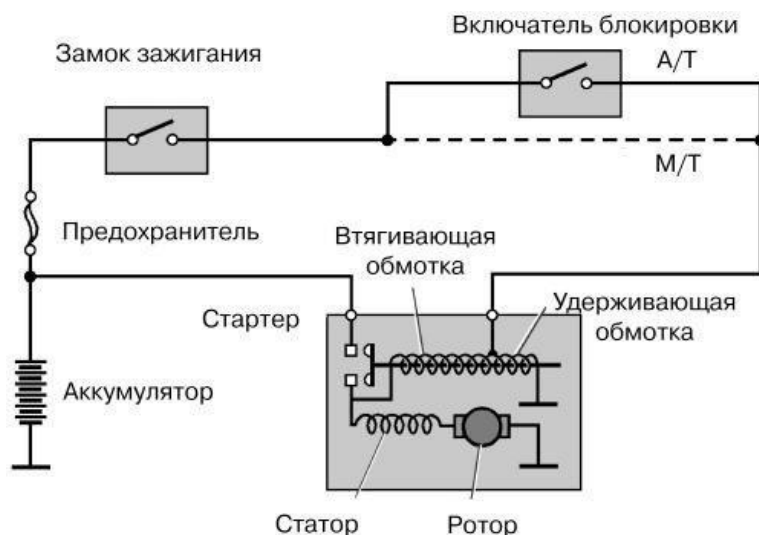
Затем двигатель надо завести и снова проверить с теми же измерениями. Если напряжение в диапазоне 13,2-14 V, то это норма. Добавляем обороты двигателя до 2000 в минуту и опять измеряем. В норме мультиметр должен показывать в пределах 13,6-14,2 V. Еще добавляем оборотов до 3500 в минуту.

Снимаем показания. Они не должны превышать 14,5 Вольт. Если значение не меняется и остается 12,7 Вольт, как при выключенном двигателе или даже уменьшается, значит, неисправен реле регулятор. Поэтому его нужно заменить. При превышении 14,5 Вольт регулятор также надо поменять.

Иногда возникает вопрос, как проверить реле мультиметром, если нет доступа к регулятору. Тогда надо его снять, а для проверки необходимо иметь в дополнение к тестеру зарядное устройство с регулятором напряжения и лампочку. Из них собирается следующая схема. Зарядка подключается к входным клеммам регулятора, а лампочка к выходным (толстым). Мультиметром контролируется напряжение на входе регулятора. Зарядкой меняем напряжение в пределах от 12 до 15 вольт. Лампочка должна погаснуть при 14,5 вольтах. Если этого не произошло, регулятор неисправен и подлежит замене.

Проверка втягивающего реле

Когда аккумулятор заряжен, а двигатель не заводится, то нужно проверить стартер.



Если генератор крутится, а двигатель нет, то в таких случаях обязательно делается проверка втягивающего реле электродвигателя и бендикса. Для этого необходимо снять стартер. После этого зачищают все контакты, и мультиметром измеряют сопротивление обмотки реле. Если значение равно бесконечности, то обмотка перегорела. В этом случае необходимо перемотать катушку или заменить ее. Прибор показывает несколько десятков Ом, значит, обмотка целая.

Затем проверяется ее работоспособность. Плюсовую клемму аккумулятора с помощью прикуривателя присоединяют к соответствующей клемме реле. А минус подключают к корпусу

стартера. Должен быть слышен щелчок, тогда устройство исправно, иначе его нужно разобрать и проверить механическую часть.

Практическая работа № 23

Поиск неисправностей в релейных схемах

Цель работы: изучение способов поиска неисправностей в релейных схемах.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Когда могут возникать дефекты? какие последствия бывают?
 - b. Опишите пример критического дефекта.
 - c. Опишите пример значительного дефекта.
 - d. Опишите пример малозначительного дефекта.
 - e. Опишите пример №4;
 - f. Опишите пример №5;
 - g. Опишите пример №6;
 - h. Опишите пример №7;
 - i. Опишите пример №8;
 - j. Опишите пример №9;
 - k. Опишите пример №10;
 - l. Опишите пример №11.

Необходимость своевременного обнаружения и устранения дефектов трудно переоценить, так как чем совершеннее и производительнее электрооборудование, тем значительнее экономический ущерб от его простоя или нерационального использования даже в короткие промежутки времени.

Слово *схема* употребляется для обозначения документации электроустановки или электротехнического изделия. В том случае, когда необходимо обратиться к какому-либо документу, к этому слову будет добавляться поясняющее слово, указывающее рассматриваемую схему.

Если релейно-контакторная схема (для краткости в дальнейшем изделие или объект) соответствует всем установленным в документации требованиям, то принято говорить, что она находится в исправном состоянии. Когда такого соответствия нет, то говорят о неисправном состоянии изделия или о его неисправности.

Переход изделия из исправного состояния в неисправное происходит вследствие дефектов. Слово дефект употребляется для обозначения каждого отдельного несоответствия изделия установленным к нему в документации требованиям.

Из определений следует, что устранить неисправность изделия нельзя, но можно устранить дефект в изделии. Если он единственный, то затем изделие перейдет в исправное состояние.

Дефекты в изделии могут возникать в разные моменты его жизненного цикла - при изготовлении, монтаже, настройке, эксплуатации, испытаниях, ремонте, и иметь различные последствия.

По последствиям различают:

- критические,
- значительные
- малозначительные дефекты.

Наличие критических дефектов делает использование изделия по прямому назначению невозможным или недопустимым.

Пример 1. Критический дефект.

В качестве примера изделия выбираем реле постоянного тока на номинальное напряжение 110 В, катушка которого имеет $w_x = 10\,000$ витков, а её сопротивление $R_x = 2200\, \Omega$.

Другие параметры: номинальный ток $I_{ном} = 0,05\, \text{А}$, ток срабатывания $I_{сраб} = 0,033\, \text{А}$, коэффициент запаса $K_{зп} = 1,5$, номинальная МДС (магнитно-движущая сила) $A_w = 500\, \text{А}$.

Пусть в катушке существует дефект, приведший к закорачиванию 90% витков и уменьшению сопротивления катушки до $R_2 = 220\, \Omega$ (если условно положить, что все витки имеют одинаковую длину).

При напряжении 110 В этому сопротивлению будет соответствовать ток $I_2 = 0,5\, \text{А}$ и МДС $A_{w2} = I_2 \cdot w_2 = 0,5 \cdot 1000 = 500\, \text{А}$.

Хотя цифры показывают, что значение МДС не изменится и реле сможет притянуть свой якорь, но сколько-нибудь длительная работа реле с таким дефектом невозможна, так как после подведения к дефектной катушке номинального напряжения обмоточный провод, перегруженный током в 10 раз, перегорит практически мгновенно.

Значительные дефекты ограничивают возможность использования изделия по прямому назначению или сокращают его долговечность (см. пример 6).

Пример 2. Значительный дефект

Пусть в катушке реле, рассмотренного в примере 1, существует дефект, приведший к замыканию 20% витков, то есть в ней осталось действующими 8000 витков.

Предполагая по-прежнему пропорциональность между количеством витков и сопротивлением обмотки, можно определить, что сопротивление дефектной обмотки $R_3 = 1760\, \Omega$.

Это сопротивление при напряжении 110 В ограничит ток в катушке значением $I_3 = 0,062$ А.

Следовательно, МДС $Aw_3 = 0,062 \cdot 8000 = 496$ А.

Таким образом, и при данном дефекте МДС будет достаточной для срабатывания реле, однако увеличение тока через обмотку практически на 25 % приведет к перегреву катушки сверх допустимого для её изоляции и преждевременному отказу реле, хотя оно и сможет проработать некоторое время.

Если наличие дефекта не оказывает влияния на работу изделия, то его называют малозначительным.

Пример 3. Малозначительный дефект

В катушке реле, параметры которого приведены в примере 1, закорочено 5 % витков сопротивление которых примерно равно 2090 Ом.

Это сопротивление ограничит ток в катушке до значения $I_4 = 0,053$ А, что соответствует МДС $Aw_4 = U_m W_4 = 503$ А.

Если учесть, что в документации реле установлен 10 %-ный допуск на номинальный ток, т.е. $I_{ном\ max} = 0,055$ А, то увеличение тока на 0,003 А нельзя обоснованно отнести к дефекту реле или его катушки, так как $I_4 < I_{ном\ max}$.

В связи с тем, что увеличение тока не превосходит допускаемого для данного реле, то дефект, вызвавший его, не влияет на работу реле.

Рассмотренные примеры показывают, что не только разные дефекты, но один и тот же вид дефекта (в нашем случае - короткое замыкание витков катушки) могут иметь неодинаковые последствия. Само же наличие дефекта в изделии далеко не всегда влияет на его способность выполнять свои функции.

В подтверждение сказанного приведем пример, где в качестве объекта рассмотрена гирлянда электрических ламп. Этот достаточно простой объект будет использован еще в нескольких примерах, при рассмотрении основных технологических вопросов поиска дефектов.

Простота объекта позволит, не отвлекаясь на пояснения принципа его действия и происходящих в нем процессов, обратить внимание только на вопросы поиска дефектов.

Пример 4. Различное проявление одинаковых дефектов.

Пусть в объекте, представляющем собой переносной светильник (рис. 1, а), произошло короткое замыкание между выводами лампы.

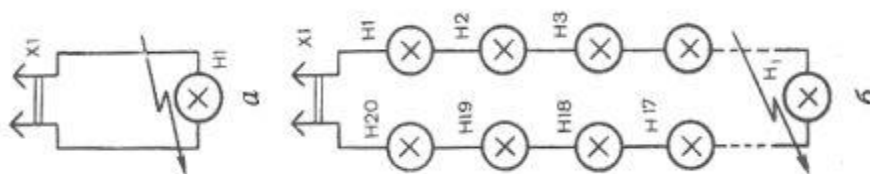


Рис. 1 Различное проявление одинаковых дефектов: а - в переносном светильнике, б - в гирлянде электрических ламп

При подключении светильника к источнику питания произойдет короткое замыкание в источнике. В данном случае по своим последствиям короткое замыкание в лампе является критическим дефектом.

Другой объект - гирлянда электрических ламп (рис. 1, б). Точно такой же дефект в этом объекте может привести к различным последствиям в зависимости от числа ламп в гирлянде.

В частности, при 25-30 или более лампах и сумме их номинальных напряжений, превосходящей напряжение сети, короткое замыкание в одной из ламп не приведет к увеличению напряжения сверх допустимого на каждую из оставшихся исправными ламп и к заметному возрастанию яркости свечения остальных ламп.

Хотя внешне оба дефекта проявляют себя одинаково (отсутствие свечения неисправной лампы), по своим последствиям короткое замыкание в одной из ламп гирлянды не приводит к короткому замыканию источника электроэнергии и для всей гирлянды является по принятой классификации малозначительным дефектом.

Кроме исправного и неисправного состояний в технической диагностике различают **работоспособное** и **неработоспособное** состояния.

Работоспособным считается изделие, способное выполнять возложенные на него функции, сохраняя значения заданных параметров в заранее установленных пределах.

В противном случае изделие неработоспособно.

Хотя любое исправное изделие является одновременно и работоспособным, но о работоспособном изделии не всегда можно сказать, что оно исправно.

В примерах 3, 4 показано, что и неисправные изделия могут выполнять возложенные на них функции.

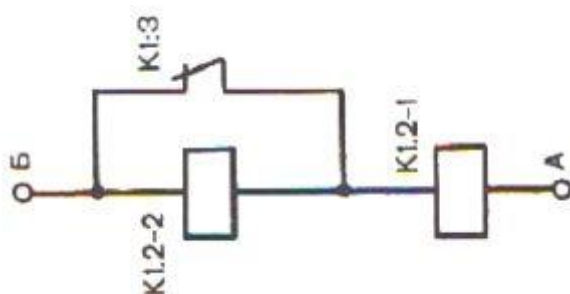
Нарушение исправного состояния изделия при сохранении его работоспособности происходит в результате повреждения, а при нарушении работоспособности - из-за отказа.

Из приведенных определений следует, что хотя отказ изделия и вызывается наличием в нем тех или иных дефектов, однако само по себе появление дефекта не всегда приводит к отказу (см. примеры 3, 4).

Отказы, не связанные с неисправностью других элементов, называют **независимыми**, а возникающие, как следствие другого, - **зависимыми**.

Пример 5. Зависимый отказ.

В некоторых типах контакторов используют секционированные катушки (рис. 2).



При включении контактора работает секция катушки K1.2-1, называемая пусковой, или

включающей. Вторая же секция катушки K1.2-2 в это время зашунтирована размыкающим контактом K1:3 контактора. В зависимости от габарита контактора ток, протекающий через пусковую секцию, достигает 8 - 15 А.

После того, как подвижная система контактора переместится в конечное положение, контакт K1:3 разомкнётся и в работу включится удерживающая катушка K1.2-2, а ток уменьшится до 0,2-0,8 А.

Предположим, что в контакторе существует дефект, препятствующий размыканию контакта K1:3.

В этом случае через некоторое время после подачи напряжения на катушку от перегрузки перегорит провод, которым намотана включающая катушка. Провод этой катушки рассчитан только на кратковременную, в течение долей секунды, работу в период включения контактора. Таким образом, дефект контакта K1:3 приводит к отказу контактора.

В зависимости от причин, вызвавших появление отказов, они подразделяются на **систематические** и **случайные**.

Систематические отказы изделий возникают при нарушении технологических процессов их изготовления или монтажа, настройки или эксплуатации, ремонта или испытаний. Причины таких отказов могут быть выявлены и устранены.

Возникновение случайных отказов представляют собой, хотя и нежелательное, но вполне естественное явление и характерно для любого технического объекта.

Вероятность таких отказов определяется показателями его **надежности: наработкой на отказ, вероятностью безотказной работы, долговечностью** и др.

Проиллюстрируем взаимосвязь некоторых из перечисленных понятий.

Пример 6. Нарботка на отказ и долговечность

"Иногда новая установка сразу отказывает или работает плохо. В таких случаях немедленно принимают необходимые меры. Или сначала все хорошо, затем работа ухудшается и, наконец, наступает отказ: электроустановка выходит из строя, например через 3 месяца, хотя срок ее службы 16 лет".

Здесь приведены две характеристики надежности - наработка на отказ (продолжительность работы до первого отказа) и долговечность (срок службы). В соответствии с принятой системой понятий для ремонтнопригодных изделий наработка на отказ всегда меньше срока их службы. Таким образом, если для данного изделия установлена наработка на отказ меньшая или равная 3 месяцам, то его отказ закономерен. В том же случае, когда установленная наработка на отказ превышает 3 месяца, можно говорить о низкой фактической надежности данного изделия.



По-иному обстоит дело с неремонтнопригодными изделиями, для которых наработка на отказ всегда должна быть не меньше срока их службы. Таким образом, отказ неремонтнопригодного изделия со сроком службы 16 лет через 3 месяца работы явление ненормальное.

Однако следует помнить, что все показатели надежности характеризуют случайные величины и поэтому по преждевременному отказу одного

единственного изделия нельзя обоснованно судить о надежности других изделий данного типа.

В примере 3 был рассмотрен случай, когда дефект в изделии внешне себя не проявил. Каким же образом можно узнать о существовании этого или любого другого дефекта в том или ином изделии, не дожидаясь возникновения отказа, аварии или других нежелательных последствий?

Прежде всего, дефект в изделии проявляется во время его настройки, испытаний или при плановой профилактической проверке по признакам, позволяющим установить факт нарушения его исправности или работоспособности.

На основании этих признаков фактическое состояние изделия относят к одному из четырех названных выше состояний (исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное) или же к предельному состоянию, когда выполнение каких-либо настроечных или ремонтных работ нецелесообразно и изделие должно быть заменено новым.

Упомянутые выше признаки принято называть критериями дефекта, а задаются они в документации изделия в виде перечня параметров или характеристик с указанием допустимых пределов их изменения - допусков.

Пример 7. Критерии дефектов.

Работоспособное состояние катушки реле характеризуется только одним параметром - сопротивлением $R = 2200 \pm 150 \text{ Ом}$.

В этом случае при плановой профилактической проверке сопротивления реле по отклонению фактического сопротивления за пределы допуска было бы обнаружено существование дефектов, рассмотренных в примерах 1,2.

В то же время катушка реле с дефектом, указанным в примере 3, была бы отнесена к исправной.

О существовании дефекта в изделии, работающем по прямому назначению, узнают по срабатыванию устройств защиты и сигнализации или по возникновению недопустимых отклонений контролируемых параметров.

Пример 8. Установление факта существования дефекта.

Потребитель электроэнергии получает питание через контакты автоматического выключателя (автомата), снабженного зависимым расцепителем, имеющим времятоковую характеристику, показанную на рис. 3.

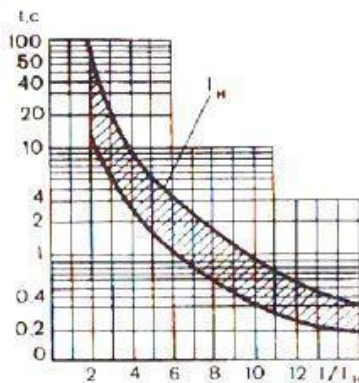


Рис. 3 Времятоковая характеристика автоматического выключателя

Если автомат не отключает электропитание потребителя, то считают, что дефекты в системе питания электроустановки отсутствуют. В противном случае считают, что дефект существует, и приступают к выяснению причины, вызвавшей срабатывание расцепителя.

Естественно, что исправность расцепителя и самого автомата надлежит периодически проверять.

Наконец, о существовании дефектов в изделии говорит возникновение той или иной аварийной ситуации (аварии). В отличие от рассмотренных ранее, такая ситуация не является нормой и в той части, которая не касается интересующего нас процесса поиска дефекта, должна рассматриваться как чрезвычайное происшествие.

Резюмируя сказанное, отметим, что в технической диагностике независимо от того, каким образом узнали о факте существования дефекта, принято говорить, что к поиску дефекта приступают после того, как он себя проявил.

По приведенному выше определению любой дефект представляет собой отклонение от какой-либо нормы. Пока такого отклонения нет, то есть дефект не проявился, то нет и самого дефекта.

Поэтому существующее мнение о том, что дефекты надо обнаруживать и устранять заблаговременно, чтобы они себя не проявили ошибочно, поскольку это противоречит основным понятиям технической диагностики и теории надежности.

Применяя те или иные проверки не всегда удастся выявить факт существования дефекта в изделии (см. пример 3), поэтому по отношению к правилам, методам и средствам контроля все дефекты подразделяют на явные и скрытые.

Явные дефекты могут быть обнаружены методами и средствами контроля, предусмотренными в документации на изделие.

Например, пусть в документации реле установлен только один способ контроля исправности катушки - по сопротивлению обмотки. В этом случае дефекты, описанные в примерах 1, 2, по принятой классификации будут явными. Дефект, указанный в примере 3, для этого способа контроля относится к скрытому.

Такая классификация не дает основания говорить, что скрытые дефекты вообще нельзя обнаружить. Просто отдельные дефекты скрыты от какого-либо конкретного способа контроля и для их выявления следует применять иной способ.



Пример 9. Выявление скрытого дефекта.

Пусть работоспособное состояние катушки характеризуется такими двумя параметрами: сопротивлением обмотки $R_1 = 2200 \pm 150 \text{ Ом}$; током $I = 0,05 + 0,002 \text{ А}$.

Следовательно, исправность катушки контролируют по результатам измерения сопротивления и тока.

При таком способе контроля дефект (пример 3) перестает быть скрытым, так как фактическое значение тока $I = 0,053 \text{ А}$ превышает допустимое $0,052 \text{ А}$.

Любые же дефекты обмотки реле, уменьшающие ее сопротивление менее чем на 150 Ом или же приводящие к увеличению тока, потребляемого ею не более чем на $0,02 \text{ А}$, и для этого способа контроля работоспособности должны быть отнесены к скрытым.

Возникновение дефекта приводит к конкретным изменениям в изделии (обрыв провода, неправильное соединение элементов между собой, непредусмотренное схемой замыкание токопроводящих частей, поломка деталей), которые называют характером дефекта.

Дефекты подразделяют на электрические и неэлектрические.

К электрическим дефектам относят нарушения контактных соединений, короткое замыкание, обрыв электрических цепей, ошибки в соединениях элементов между собой и т.п.

Из всех возможных неэлектрических дефектов обратим внимание только на некоторые механические дефекты, как то: неполадки в креплениях элементов, системах передач от исполнительных двигателей (серводвигателей) к органам управления, в подвижных частях реле и контакторов и др.

До сих пор приводились примеры с одним дефектом в изделии. Однако в общем случае в изделии может существовать более одного дефекта и тогда говорят, что в изделии есть кратные дефекты.

Тем не менее, в работах по технической диагностике процесс поиска дефекта описан в предположении, что в изделии в каждый момент существует только один дефект.

Такая условность вызвана как малой вероятностью одновременного возникновения двух, а тем более трех или четырех дефектов, так и тем, что наиболее ярко проявляется всегда один дефект, а другой (или другие) на его фоне остается необнаруженным.

К поиску кратных дефектов приступают тогда, когда после устранения первого обнаруженного при контроле исправности и работоспособности изделия устанавливают наличие еще одного дефекта.

Иногда считают, что возможны случаи, когда кратные дефекты компенсируют друг друга. Однако это не соответствует истинному положению вещей, что следует и из введенного выше определения понятия дефект. На самом же деле при наличии кратных дефектов возможно кроме яркого проявления одного из них, искажение внешних проявлений из-за совместного действия нескольких дефектов.

Пример 10. Кратные дефекты.

Основой схемы защиты электроустановки от короткого замыкания является релейная часть, реагирующая на один из его параметров и подающая сигнал на отключающий

электромагнит автоматического выключателя, через который данная электроустановка получает питание.

Пусть в релейной части существует дефект, приводящий к ее срабатыванию как при коротком замыкании в защищаемой схемой зоне, так и вне её. Пусть одновременно с этим существует и второй дефект, приведший к отказу отключающего электромагнита.

В связи с тем, что по технологическим соображениям электропитание с защищаемой установки не снимается, то дефект отключающего электромагнита ничем не проявляет себя.

Из-за наличия такого дефекта не проявляет себя и дефект в релейной части, хотя она и срабатывает при коротких замыканиях вне зоны защиты.

Таким образом, внешне схема защиты и автоматический выключатель проявляют себя как вполне исправные.

Если необходимо избежать аварийной ситуации, возникающей при коротком замыкании в защищаемой релейной частью зоне, то узнать о существовании дефекта можно при проведении периодических совместных проверок защиты и привода выключателя без разрывов цепей управления.

Но для того, чтобы установить факт одновременного существования двух конкретных дефектов, такой проверки уже недостаточно и требуется разработка специальных критериев и методик проверки, позволяющих вынести обоснованное заключение о том, что внешние проявления, характерные для данной проверки, являются результатом совместного существования только этих двух дефектов и никаких других.

Аналогичная описанной будет картина не только при отказе электромагнита, но и при обрыве любого проводника, соединяющего электромагнит с релейной частью, а также при нарушении любого из контактных соединений в цепи электромагнита и других подобных дефектах.

К несрабатыванию релейной части при коротком замыкании в зоне защиты может привести и наличие короткого замыкания во вторичной цепи трансформатора тока, формирующего сигнал, поступающий на вход релейной части.

Примеры, похожие по проявлению дефектов, можно значительно умножить. Поэтому оказывается не только удобным, но и более правильным строить процесс поиска дефекта (после установления факта его существования) предполагая, что в изделии существует только один дефект.

Как видно из примера 10, одинаковое проявление различных дефектов не позволяет в каждом конкретном случае указать, какие именно конкретные дефекты существуют в изделии. В нашем случае можно только перечислить группу дефектов, имеющих одинаковые внешние проявления (или по-другому, имеющих одинаковый образ).

Пример 11. Внешние проявления кратных дефектов.

Пусть исправность воспринимающей части реле проверяют измерением тока,

потребляемого катушкой и результат измерения $I > I_{доп}$. Таким образом, проверка показывает, что в реле существует дефект. К увеличению тока в катушке приводит не только электрические (например, короткое замыкание), но и механические (в подвижной части реле) дефекты.

Обнаруженное увеличение тока сверх допустимого может быть следствием существования как одного электрического или одного механического дефекта, так и одновременно этих двух.

Данный пример иллюстрирует тот факт, что проявление кратных дефектов может совершенно не отличаться от проявлений одиночных и только по результатам измерения тока в катушке нельзя сказать, по какой именно причине произошло его увеличение.

Для выявления кратных дефектов поступают по-иному. Сначала отыскивают тот дефект, который проявляет себя наиболее ярко, а затем, устранив его причину, ещё раз проверяют работоспособность изделия.

Если такая проверка подтверждает наличие отклонений от установленных для изделия требований, то приступают к поиску того дефекта, который соответствует выявленным отклонениям.

Применительно к материалу примера 11 это означает, что при $I > I_{доп}$ следует прежде всего убедиться в отсутствии короткозамкнутых витков (например, измеряя сопротивление катушки), а затем, если сопротивление в норме, проверить механическую часть реле.

Однако можно действовать и по-другому, проверяя сначала механическую часть реле, а затем его катушку.

Таким образом, оказывается, что даже при поиске такого элементарного дефекта непросто выбрать ту или иную последовательность проверок, а также технологические переходы, с помощью которых эти проверки реализуются.

Поэтому в технической диагностике дефект определяется на основании какого-либо метода, устанавливающего правила применения определенных принципов, использование технологических средств и выбора технологических переходов для реализации проверок.

Независимо от выбранного метода установления дефекта необходимо предварительно изучить изделие как объект поиска дефекта, установить возможные дефекты в нем и их признаки, разработать модели изделия, которые описывают исправное и неисправное состояния, определить последовательность и состав проверок, выбрать технологические переходы для их реализации.

Для успешного поиска дефекта нет необходимости знать все об элементах, составляющих реальный объект, связях между ними, а также о различных «тонкостях» и «особенностях» его работы. Более того, излишняя информация зачастую не только не ускоряет поиск, а наоборот, затрудняет его. В частности, из-за того, что далеко не всякий дефектный элемент может быть заменен на исправный.

Поэтому при определении глубины поиска ориентируются прежде всего на уровень сменного блока (плату, узел, модуль и т.п.) и значительно реже - на уровень элемента.

Именно поэтому при отыскании дефекта реальный объект заменяют моделью.

Необходимо иметь в виду, что одно и то же изделие может быть представлено разными

моделями в зависимости от того, какие его свойства интересуют в данный момент.

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, отличающуюся неизменностью используемых средств технологического оснащения. В нашем случае операцией является поиск дефекта, а один из технологических переходов - измерение был рассмотрен в примерах 1, 2, 3.

Наиболее распространенными моделями служат различного рода схемы (структурные, функциональные, принципиальные, подключения, соединений, эквивалентные и др.), отличающиеся тем, что представляют одно и то же изделие с разных сторон и с разной степенью детализации.

Поэтому в качестве моделей используют прежде всего схемы изделий. И только в тех случаях, когда для отыскания дефекта недостаточно схемы, составляют специальные диагностические модели, предназначенные для определения дефектов.

Можно использовать как какую-то одну модель, так и несколько, заменяя их в процессе поиска дефекта.

Из всех используемых наиболее распространена диагностическая модель в виде перечня дефектов (табл. 1).

Таблица 1.

Диагностическая модель в виде перечня дефектов для системы световой и звуковой сигнализации

Внешние проявления	Причина	Действия по устранению
Все индикаторы и дисплей погашены	Отсутствует питание (оперативный ток). Неисправен МПВВ. Неисправен МЦП	Проверить наличие напряжения питания Заменить МПВВ. Заменить МЦП
Дисплей после нажатия кнопок не включается в течение 10 с	Пониженная контрастность дисплея Неисправен МЦП Неисправен пульт	Отрегулировать контрастность дисплея Заменить МЦП Заменить блок
После подачи питания мигает или погашен индикатор «Работа». На дисплее в меню «Тест» надписи: «Неисправен» «МЦП УСТ»	Разрушены или не введены значения уставок и положения программных ключей	Ввести новые значения уставок и положений программных ключей. Если дефект не устраняется - заменить МЦП
Мигает или погашен индикатор «Работа», индикатор «Вызов» погашен. На дисплее в меню «Тест» надписи «Неисправен», «МАС»	1. Входной аналоговый сигнал превышает предельно допустимое значение 2. Неисправен МАС Неисправен МПВВ (питание ± 15 В)	1. Проверить аналоговые входы по меню «Параметры сети» 2. Заменить МАС 3. Заменить МПВВ

Данная модель составлена в предположении, что поиск дефекта производится до элемента - реле, лампы, патрона, проводника.

Процесс поиска дефекта при использовании такой модели предельно прост. Сопоставив проявления реального дефекта с приведенными в одном столбце такого перечня, в другом находят причину дефекта и способ его устранения. я.

Для электрических машин такая модель описана в классической книге Р.Г. Гемке.

Сфера применения такого способа поиска дефекта ограничена прежде всего тем, что для более или менее сложного изделия практически невозможно составить исчерпывающий перечень дефектов, т.е. нельзя построить диагностическую модель, в которой будут учтены все возможные дефекты.



Практическая работа № 24

Поиск неисправностей в аналоговых и цифровых схемах

Цель работы: изучение способов поиска неисправностей в аналоговых и цифровых схемах.

Задание:

1. Перейдите по ссылке и внимательно изучите материал по теме <http://elektrik.info/main/praktika/1517-metody-poiska-neispravnostey-v-elektronnyh-shemah.html> Методы поиска неисправностей в электронных схемах
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Сколько существует методов тестирования для диагностики?
 - b. Когда должен проводиться поиск неисправностей?
 - c. Опишите функциональные тесты.
 - d. Опишите динамические тесты.
 - e. Пример 1. Радиоприемник (опишите кратко)
 - f. Пример 2. Цифровой делитель частоты и дисплей (опишите кратко)
 - g. Принципы статических тестов
 - h. Проведение тестирования однокаскадного усилителя

- i. Режим отсечки транзистора
- j. Нормальный статический режим
- k. При поиске неисправности нужно помнить следующее.
- l. Особенности диагностики цифровых схем
- m. Особенности диагностики микропроцессорных систем

Практическая работа № 25

Определение неисправностей электрических машин

Цель работы: изучение поиска неисправностей электрических машин.

Задание:

- 1. Внимательно изучите материал по теме.
- 2. Выполните алгоритм действий по поиску неисправностей.
- 3. Ответьте на вопросы:
 - a. Опишите наиболее характерные причины неисправностей электрических машин.
 - b. Понятие «Механический отказ».
 - c. Определите концы обмоток электродвигателя.

Электрические машины чаще всего повреждаются из-за недопустимо длительной работы без ремонта (износ), из-за плохого хранения и обслуживания, из-за нарушения режима работы, на который они рассчитаны.

Все отказы можно разделить на две категории (по причине, повлекшей отказ) — электрические, механические.

К электрическим отказам относятся отказы по причине пробоя изоляции на корпус и между фазами, обрыва проводников в обмотке, замыкания между витками обмотки, нарушения контактов и соединений (паяных и сварных), недопустимого снижения сопротивления изоляции вследствие ее старения или чрезмерного увлажнения, нарушения межлистовой изоляции магнитопроводов, чрезмерного искрения в коллекторных машинах.

К механическим отказам относятся отказы по причине выплавки баббита в подшипниках скольжения, разрушения сепаратора, шариков или роликов в подшипниках качения, деформации вала ротора, образования глубоких дорожек на поверхности коллектора или контактных колец, ослабления крепления сердечников полюсов и статоров к станине, обрыва бандажей или их сползания, ослабления прессовки сердечников, ухудшения охлаждения машины из-за засорения охлаждающих каналов.

Неисправности и повреждения электрических машин, вызывающие отказ, не всегда удается обнаружить путем внешнего осмотра, так как некоторые из них (в основном электрические) носят скрытый характер и могут быть обнаружены только после соответствующих испытаний и разборки машины. Работа по предремонтному выявлению неисправностей и повреждений электрических машин называется дефектацией.

Рассмотрим характерные причины отказа электрических машин. Пробой изоляции обмотки ротора на корпус приводит к медленному увеличению частоты вращения при пуске асинхронного двигателя. Ротор сильно нагревается даже при небольшой нагрузке. К тем же явлениям приводит нарушение изоляции между контактными кольцами и валом ротора.

Пробой изоляции между фазами приводит к короткому замыканию в обмотке. При коротком замыкании обмотки статора наблюдаются сильные вибрации двигателя переменного тока, которые прекращаются после отключения его от сети, сильное гудение, несимметрия токов в фазах, быстрый нагрев отдельных участков обмотки. В случае короткого замыкания обмотки фазного ротора наблюдается такой же эффект, как при нарушении изоляции между контактными кольцами и валом.

Обрыв проводников обмотки статора асинхронного двигателя вызывает несимметрию токов и быстрый нагрев одной из фаз (в крайнем режиме — обрыв фазы, ротор не вращается или его частота вращения мала, наблюдается сильный шум и быстрый нагрев двигателя).

Обрыв стержня короткозамкнутой обмотки ротора приводит к повышенным вибрациям, уменьшению частоты вращения под нагрузкой, пульсациям тока статора последовательно во всех фазах.

Витковое короткое замыкание обмотки статора или ротора приводит к чрезмерному нагреву электрической машины при номинальной нагрузке.

Нарушение контактов, паяных или сварных соединений в асинхронных двигателях эквивалентно по своему проявлению обрыву витков, стержней короткозамкнутых обмоток или фазы обмотки в зависимости от места нахождения данного соединения.

Нарушение контакта в цепи щеток приводит к повышенному искрению между контактными кольцами и щетками.

Недопустимое снижение сопротивления изоляции может быть следствием сильного загрязнения изоляции, увлажнения и частичного разрушения, вызванных старением изоляции.

Нарушение межлистовой изоляции сердечников магнитопроводов приводит к недопустимому повышению температуры отдельных участков магнитопровода и всего магнитопровода в целом, повышенному нагреву обмоток, выгоранию части магнитопровода (пожар в стали).

Выплавка баббита в подшипниках скольжения и чрезмерный износ подшипников качения приводят к нарушению соосности валов электрической машины и механизма, к появлению эксцентриситета ротора. Выплавка баббита вызывает повышение вибраций электрической машины, которые не исчезают после отключения ее от сети.

Износ подшипников качения приводит к появлению больших сил одностороннего притяжения, в результате чего двигатель не развивает номинальной скорости, а его работа сопровождается сильным гудением.

Повышенные вибрации могут являться также следствием нарушения уравновешенности вращающихся частей (ротора, полумуфт или шкива).

Деформация вала ротора приводит к появлению эксцентриситета ротора и больших сил одностороннего притяжения.

Ослабление крепления полюсов и сердечников статоров приводит к повышенным вибрациям, исчезающим после отключения машины от сети. Ослабление крепления листов магнитопровода вызывает шум и повышенные вибрации двигателя.

Засорение охлаждающих (вентиляционных) каналов приводит к недопустимому нагреву электрической машины или отдельных ее частей.

Выработка коллектора и контактных колец приводит к ухудшению коммутации, быстрому износу щеток и повышенному нагреву контактных колец и коллектора.

Как видно из анализа приведенных возможных неисправностей электрических машин и их влияния на рабочие свойства машин, одни и те же эффекты могут быть вызваны различными причинами. Это часто не позволяет однозначно назвать неисправность электрической машины по ее внешнему проявлению, а вынуждает ограничиться перечнем возможных неисправностей, которые будут уточняться при дефектации с целью последующего их устранения.

Перечень возможных неисправностей асинхронных двигателей

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения
Двигатель при пуске не разворачивается, гудит	Отсутствие или недопустимое уменьшение напряжения питающей сети.	Найти и устранить неисправности сети.
	Перепутаны начало и конец фазы обмотки статора.	Произвести подключение фаз согласно схеме.
	Двигатель перегружен.	Снизить нагрузку.
	Неисправен приводной механизм	Устранить неисправность приводного механизма
Остановка работающего двигателя *	Прекращение подачи напряжения.	Найти и устранить разрыв в электрической цепи.
	Неполадки в аппарате ре распределительного устройства и питающей сети.	Устранить неполадки в аппаратуре и питающей сети.
	Заклинивание при водного механизма.	Устранить неисправность приводного механизма.
	Сработала защита	Проверить обмотку статора и устранить причину
Вал вращается, но нормальная частота вращения не достигается	Во время разгона отключилась одна из фаз.	Подключить отсоединившуюся фазу.
	Уменьшилось напряжение в питающей сети.	Поднять напряжение до номинального значения.
	Двигатель перегружен	Устранить перегрузку
' Повышенный перегрев двигателя	Двигатель перегружен ПО ТОКУ. W	Снизить нагрузку до номинальной.
	Повышено или понижено напряжение в сети.	Установить напряжение в соответствии с ГОСТ 183-74*.
	Повышена температура окружающей	Установить допустимую температуру.

	среды.	
	Нарушена нормальная вентиляция (загрязнены вентиляционные каналы и корпус двигателя). Нарушена нормальная работа приводного механизма	Почистить корпус и вентиляционные каналы. Устранить неполадки в работе приводного механизма
Обмотка статора перегревается, двигатель сильно гудит и не развивает нормальной частоты вращения	Межвитковое замыкание в обмотке статора. Обмотка одной из фаз пробита на корпус (землю) в двух местах. Короткое замыкание между фазами. Обрыв одной из фа	Заменить статор.
		То же
Повышенный перегрев и стук подшипников	Неправильная центровка двигателя с приводным механизмом или ее нарушение. Повреждение подшипников	Правильно отцентровать двигатель с приводным механизмом.
		Заменить подшипники
Повышенная вибрация работающего двигателя	Недостаточная жесткость фундамента. Несоосность вала двигателя с валом приводного механизма. Не сбалансирован привод или соединительная муфта (шкив)	Увеличить жесткость фундамента. Улучшить соосность валов. Отбалансировать привод или муфту (шкив)
Пониженное сопротивление изоляции обмоток	Загрязнение или отсыревание обмоток	Разобрать и почистить двигатель, продуть и просушить обмотку

Практическая работа № 26

Поверка контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

Цель работы: изучение методов поверки контрольно-измерительных приборов.

Задание:

1. Перейдите по ссылке и внимательно изучите материал по теме.
<http://docs.cntd.ru/document/1200003687> ГОСТ 8.513-84 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения (с Изменениями N 1, 2)
2. Ответьте на вопросы:
 - a. Выпишите основные термины и определения.
 - b. Перечислите и опишите основные методы поверки контрольно-измерительных приборов.
 - c. Перечислите и опишите основные методы поверки систем автоматики.

Практическая работа № 27

Техника безопасности при выполнении измерений, технического обслуживания и ремонтных работ

Цель работы: изучение правил техники безопасности при выполнении работ по техническому

обслуживанию и ремонту оборудования.

Задание:

1. Перейдите по ссылке и внимательно изучите материал по теме
<http://docs.cntd.ru/document/1200035102> РД 34.03.201-97 Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей
2. Ответьте на вопросы:
 - а. Выпишите основные термины и определения.
 - б. Перечислите основные пункты правил техники безопасности при выполнении работ на опасных и особо опасных объектах.

Практическая работа № 28

Приём и сдача КИП и систем автоматики в ремонт

Цель работы: изучение документов, заполняемых при выполнении приёма и сдачи в ремонт и на поверку контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.

Задание:

1. Внимательно изучите материал по теме.
2. Заполните документы, указанные в приложениях.

РЕКОМЕНДАЦИИ

**ПОРЯДОК ПРИЕМКИ ПРИБОРОВ В РЕМОНТ
И ВЫДАЧИ ИХ ИЗ РЕМОНТА**

Р 50-57-88

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

Москва 1988

РЕКОМЕНДАЦИИ

**ПОРЯДОК ПРИЕМКИ ПРИБОРОВ
В РЕМОНТ И ВЫДАЧИ ИХ ИЗ РЕМОНТА**

Р 50-57-88

Дата введения 01.07.88

Настоящие Рекомендации устанавливают рекомендуемый порядок приема приборов в ремонт и выдачи их из ремонта на предприятиях системы Госстандарта СССР.

Рекомендации разработаны в развитие ГОСТ 28.201-74 "Система технического обслуживания и ремонта техники. Порядок сдачи в капитальный ремонт и выдачи из капитального ремонта. Общие требования".

Рекомендации могут быть использованы предприятиями Госстандарта СССР при разработке стандартов этой группы и с учетом проведения работ по группам сложности ремонта в соответствии с прейскурантом № 26-05-64 "Оптовые цены на ремонт контрольно-измерительных приборов" (М.; Издательство стандартов, 1981).

Рекомендации направлены на совершенствование структуры прибороремонтного производства, сокращение сроков ремонта приборов и повышение его качества.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Приборы сдают в ремонт предприятия, организации (далее по тексту - заказчик), эксплуатирующие эти приборы. Принимают приборы в ремонт предприятия системы Госстандарта СССР (далее по тексту - исполнитель) в соответствии с утвержденными зонами обслуживания.

1.2. Приборы в ремонт от частных лиц не принимают.

1.3. Приборы в ремонт принимают в строгом соответствии с действующей у исполнителя номенклатурой ремонтируемых приборов (номенклатура ремонта).

Номенклатура ремонта должна включать приборы соответствующего раздела обязательного номенклатурного перечня образцовых средств измерений, ремонтируемых предприятиями ВПО "Эталон" и может быть расширена в соответствии с РД 50-89-86.

1.4. При сдаче приборов в ремонт заказчик должен ознакомиться с номенклатурой ремонтируемых приборов.

В приемном пункте исполнителя должна быть информация о приборах, временно исключенных из номенклатуры ремонта, с указанием причин исключения и срока возобновления приема приборов в ремонт.

1.5. **Основанием** для приема в ремонт приборов является гарантийное письмо заказчика (рекомендуемое приложение 1) или договор (форма № П-7 утверждена приказом Госстандарта СССР от 19 августа 1976 г. № 238).

1.6. Приборы принимают в ремонт приемные пункты исполнителя, а выдает из ремонта склад готовой продукции или приемный пункт.

1.7. **Стоимость ремонта приборов определяют по ценам прейскуранта № 26-05-64 "Оптовые цены на ремонт контрольно-измерительных приборов". Стоимость ремонта приборов, не вошедших в прейскурант, определяют по калькуляции, составленной исполнителем и согласованной с заказчиком.**

1.8. Расчеты между исполнителем и заказчиком производят в порядке, предусмотренном действующей инструкцией Госбанка СССР.

1.9. Приборы ремонтируют в соответствии со сроками, указанными в договоре, или в порядке очередности их поступления в приемный пункт.

1.10. Приборы, снятые промышленностью с производства, для которых прекращена поставка запасных частей, могут приниматься в ремонт в порядке исключения и без гарантии производства их ремонта.

Решение о приеме данных приборов в ремонт принимают с учетом производственных возможностей исполнителя (характера неисправностей, наличие запасных частей и т.д.).

2. ПОРЯДОК ПРИЕМКИ ПРИБОРОВ В РЕМОНТ

2.1. Приборы в ремонт и из ремонта (включая погрузочно-разгрузочные работы) доставляет заказчик. Пересылка приборов по почте не допускается.

2.2. Приборы, принимаемые в ремонт, должны быть укомплектованы всеми деталями и узлами, предусмотренными технической документацией, а также очищены от грязи.

При ремонте приборов замена составных частей и узлов другими, снятыми с однотипных, не допускается.

2.3. При приемке приборов в ремонт производят первичную дефектацию, включающую проверку:

сохранности пломб;

наличия внешних механических повреждений;

наличия основных комплектующих узлов и блоков;

общей работоспособности прибора (включением при необходимости), а также получение сведений у заказчика о неисправности прибора и определение возможности ремонта прибора при явно выраженной неисправности (наличие запасных частей).

Результаты первичной дефектации записывают в технологическую карту ремонта (рекомендуемое приложение [2](#)).

Примечания:

1. Первичную дефектацию приборов производит контролер-приемщик (дефектовщик) бюро приемки;

2. Функциональную дефектацию производит исполнитель ремонта на рабочем месте при проведении ремонта приборов.

2.4. На приборы, принятые в ремонт, оформляют накладную в 2-х экземплярах (рекомендуемое приложение [3](#)) в соответствии с принятой на заводах специализацией ремонтных подразделений с присвоением ей номера заказа.

Заказчику выдают копию накладной и сообщают ориентировочный срок окончания ремонта, первый экземпляр накладной оставляют в бюро приемки для контроля.

2.5. Контролер-приемщик указывает на приборах номер накладной (заказа) и наименование организации.

2.6. Приборы регистрируют в журнале "Учета приема в ремонт и выдачи отремонтированных средств измерений" (Форма № П-8 утверждена приказом Госстандарта СССР от 19 августа 1976 г. № 238) (далее по тексту - журнал учета) и вместе с частично оформленной контролером-приемщиком и представителем заказчика технологической картой ремонта передают на склад бюро приемки, где их хранят до передачи в цех.

3. ПОРЯДОК ВЫДАЧИ ПРИБОРОВ ИЗ РЕМОНТА

3.1. Приборы, отремонтированные, проверенные ОТК и поверителем возвращают на склад готовой продукции.

В случае невозможности проведения ремонта, прибор возвращают заказчику и выдают на руки "Техническое заключение" (форма № П-11 утверждена приказом Госстандарта СССР 19 августа 1976 г. № 238) с указанием причины возврата.

В журнале учета контролер-приемщик делает отметку о невозможности ремонта.

3.2. О готовности приборов исполнитель информирует заказчика письменно или по телефону.

3.3. Отремонтированные приборы выдают заказчику при предъявлении следующих документов:

доверенности на получение приборов;

документа, удостоверяющего личность получателя;

копии накладной (см. п. [2.4.](#));

копии платежного поручения об оплате.

3.4. При выдаче приборов из ремонта исполнитель передает заказчику:

свидетельство о поверке, если это предусмотрено нормативным документом на данное средство измерения;

гарантийный талон (в случае ремонта с гарантийными обязательствами);

накладную на отпуск приборов со склада бюро приемки (рекомендуемое приложение [4](#)).

3.5. Получение приборов из ремонта заказчик подтверждает своей подписью в первом экземпляре накладной (см. п. [3.4.](#)), где указывается номер доверенности и фамилия получателя. Контролер-приемщик делает отметку в журнале учета о выдаче приборов из ремонта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Рекомендуемое

Форма гарантийного письма заказчика

Штамп предприятия

Руководителю предприятия

адрес, телефон

" ____ " _____ 198__ г.

фамилия, инициалы

адрес

ГАРАНТИЙНОЕ ПИСЬМО О РЕМОНТЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Прошу Вашего указаний произвести ремонт следующих приборов:

1. _____

наименование, тип, количество, год выпуска

2. _____

3. _____

На нашем предприятии есть (нет) ведомственная поверка на данные типы приборов
(ненужное зачеркнуть)

Приборы, используемые как учебные и индикаторные:

1. _____

наименование, тип, количество, год выпуска

2. _____

3. _____

Согласно ГОСТ 8.513-64 не подлежат поверке

Оплату гарантируем, наш расчетный счет № _____

в _____ отделении Госбанка

Руководитель предприятия

подпись, расшифровка подписи

Главный бухгалтер

подпись, расшифровка подписи

Исполнитель

подпись, расшифровка подписи

Гербовая печать

номер телефона

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендуемое

Форма технологической карты ремонта

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РЕМОНТА

заказ № _____

Наименование организации	Сведения заказчика о неисправности прибора								
Телефон ответственного лица	_____ должность; подпись, расшифровка подписи								
Дата			Вид работы		Вид ремонта		Группа сложности		
приемки СИ от заказчика	выдачи СИ в цех	возврата СИ в бюро приемки	ненужное зачеркнуть						
			М	Р	Г	ПГ	1	2	3
Наименование средств измерения			Состояние прибора, принимаемого в ремонт						
ТИП									

Год выпуска _____ Заказчик _____

подпись, расшифровка подписи

Заводской № _____ Контролер-

приемщик _____

подпись, расшифровка подписи

Замена деталей	Кол-во	Цена	Произведен ремонт:

			Особые отметки:

Обозначения: Р - ремонт, М - монтаж, Г - гарантийный ремонт, ПГ - послегарантийный

ремонт

Исполнитель _____

подпись, расшифровка подписи

Мастер _____

подпись, расшифровка подписи

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рекомендуемое

Форма накладной на принимаемые в ремонт приборы

НАКЛАДНАЯ № _____

" _____ " _____ 198__ г.

на принимаемые в ремонт приборы

Принято от _____

наименование организации

Ответственный представитель заказчика _____

инициалы, фамилия, номер телефона

Принял _____

контролер-приемщик: инициалы, фамилия

Номер п/п	Наименование	Единица измерения	Количество

Принял _____

Сдал _____

подпись

подпись

Штамп

предприятия

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Рекомендуемое

Форма накладной на отпускаемые со склада бюро приемки приборы

НАКЛАДНАЯ № _____

" _____ " _____ 198__ г.

на отпускаемые со склада бюро приемки приборы

Отпустить _____

по доверенности № _____ от _____

на основании _____

Номер п/п	Наименование	Единица измерения	Количество

Разрешил _____

подпись, расшифровка подписи

Отпустил _____

подпись, расшифровка подписи

Принял _____

подпись, расшифровка подписи

Штамп

предприятия



**Министерство образования, науки и молодежной политики
Республики Коми
Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Сыктывкарский лесопромышленный техникум»**

РАССМОТРЕНО
на заседании МК
«Профессионального цикла»
Протокол № 1 от «30» августа 2019 г.
Председатель МК _____ Исакова О.В.

УТВЕРЖАЮ:
Зам. директора
_____ М.А. Арцер
«30» августа 2019 г.

Контрольно-оценочное средство по дисциплине

**Техническое обслуживание и эксплуатация контрольно-измерительных приборов
и систем автоматики**

Форма контроля:	_____ промежуточная аттестация
Форма промежуточной аттестации:	_____ экзамен
Тип контрольного задания:	_____ билеты
Проверяемые результаты обучения:	_____ У 1-11, З 1-23
Критерии оценки	

Оценка	Критерии
«Отлично» - 5	90 ÷ 100
«Хорошо» - 4	80 ÷ 89
«Удовлетворительно» - 3	70 ÷ 79
«Неудовлетворительно» - 2	менее 70

Составитель:
Исакова О.В. _____ преподаватель дисциплин общепрофессионального
и профессионального цикла _____

Выберите правильный вариант ответа.

1. В промежуточном реле напряжение подается
 - А. на управляющие контакты
 - Б. на входное устройство
 - В. на катушку управления
 - Г. на подключенные контакты
2. Возврат реле времени в исходное положение как правило происходит
 - А. по истечении времени
 - Б. при обесточивании
 - В. после завершения цикла
 - Г. при аварии
3. Управление электромеханическим исполнительным механизмом осуществляется через
 - А. коробку отбора мощности
 - Б. вал отбора мощности
 - В. передаточное отношение
 - Г. усилитель мощности
4. Пневматические исполнительные механизмы используют энергию
 - А. кислорода
 - Б. сжатого воздуха
 - В. водорода
 - Г. азота
5. Гидравлические исполнительные механизмы используют энергию
 - А. литола
 - Б. сероводорода
 - В. масла
 - Г. углекислого газа
6. В основные технологические приёмы выполнения слесарных работ входит
 - А. разработка
 - Б. повышение твердости
 - В. разметка
 - Г. лужение

7. Периодичность работ по обслуживанию и ремонту устанавливается

А. инструкцией торговой организации

Б. разработанной инструкцией

В. инструкцией завода-изготовителя

Г. утвержденной инструкцией

8. Конструкторская документация чертежная - это графическая документация, состоящая из чертежей

А. четырех видов

Б. пяти видов

В. двух видов

Г. трех видов

9. Возможность сборки независимо изготовленных деталей в узел, а узлов в машину без дополнительных операций обработки и пригонки

А. унифицированность

Б. универсальность

В. ремонтпригодность

Г. взаимозаменяемость

10. Техническое обслуживание производится ежедневно

А. не требует никаких документов

Б. график проведения разрабатывается при необходимости

В. в строгом соответствии с графиком

Г. не требует разработки графика

11. Устройства, погрешность которых больше значения, указанного в инструкции изготовителя

А. ремонтируются на месте

Б. эксплуатируются с учетом погрешности

В. эксплуатируются до замены

Г. отправляются в ремонт

12. Для проверки точности измерений без отключения, манометрический термометр подключают через

А. резервный клапан

Б. трехходовой клапан

В. одноходовой клапан

Г. двухходовой клапан

13. Достоверность показаний приборов проверяют

А. по скорости возвращения стрелки прибора

Б. по возвращению стрелки прибора на нуль

В. по плавности возвращения стрелки прибора

Г. по перемещению стрелки прибора

14. На приборах, прошедших ремонт и коррекцию точности показаний, ставится

А. штамп поверителя с датой поверки

Б. пломба и штамп поверителя с датой поверки

В. пломба поверителя с датой поверки

Г. пломба и штамп поверителя с датой следующей метрологической поверки

15. Комплексное опробование систем противопожарной автоматики производится

А. еженедельно

Б. ежеквартально

В. ежегодно

Г. раз в полгода

Вставьте пропущенное слово.

16. Чтобы преобразовать исходный текст программы в файл прошивки микроконтроллера, применяют _____.

17. Проверка якоря электродвигателя производится на наличие _____ замыканий.

18. Техническая документация схемы сигнализации и блокировок должна содержать перечень параметров с указанием величин установок и _____ срабатывания.

19. Системы предназначенные для локального тушения очагов пожара в быстровозгораемых помещениях называются _____ установки.

20. Сеть передачи информации состоит из _____, передающих между собой информацию по определенным правилам (протоколам), а также отвечающих на обращения компьютеров-абонентов.

21. Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности называется _____.

22. Направление в ремонт и поверку приборов измерения и автоматики обязательно сопровождается техническим _____.

23. Технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические характеристики называются _____ измерений.

24. По характеру зависимости измеряемой величины от времени приборы классифицируют по признакам на _____ и динамические.

25. Точностью называется степень соответствия формы и размеров готовой детали _____ форме и размерам, заданным по чертежу.

26. Приборы, снятые на ремонт или проверку, заменяются на _____ .

27. В ремонт направляются выявленные при техническом обслуживании неисправные и _____ приборы.

28. Для проверки точности и регулирования измерительных приборов и автоматики необходимы _____ стенды.

29. Ремонт простых электромеханических измерительных приборов и датчиков преобразователей содержит несколько _____ операций.

30. Средства измерений предназначены для измерения размеров величин, необходимых в разнообразной деятельности человека называются _____ .

Установите соответствие

31. Между терминами технического обслуживания регистрационных приборов

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Следящая | А. Регистрация |
| 2. Циклическая | Б. Сигналы |
| 3. Трехдиапазонные | В. Система |
| 4. Позиционные | Г. Приборы |

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

32. Между терминами ремонта муфт

- | | |
|---------------|--------------|
| 1. Вставка | А. Втулки |
| 2. Фарфоровые | Б. Армировки |
| 3. Швы | В. Состав |
| 4. Заливочный | Г. Кабеля |

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

33. Между терминами ремонта источников бесперебойного питания

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. Отфильтрованное | А. Трансформации |
| 2. Фаза | Б. Звено |
| 3. Инерционное | В. Напряжение |
| 4. Коэффициент | Г. Колебания |

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

34. Между терминами проверки контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Испытание | А. Монтажа |
| 2. Проверка | Б. Настроек |

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 3. Регулировка | В. Схемы |
| 4. Соответствие | Г. Оборудования |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

35. Между терминами правил техники безопасности при проведении измерений

- | | |
|--------------------|-----------------|
| 1. Обязанности | А. Напряжение |
| 2. Испытательное | Б. Заряд |
| 3. Диэлектрические | В. Наблюдающего |
| 4. Остаточный | Г. Перчатки |

36. Между терминами правил работы с применением инструментов

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. Блокирующие | А. Прочность |
| 2. Проведение | Б. Устройства |
| 3. Механическая | В. Испытаний |
| 4. Соосность | Г. Инструмента |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

37. Между терминами ремонта манометрических приборов

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1. Жидкостные | А. Сигнал |
| 2. Герметичность | Б. Термометры |
| 3. Пневматический | В. Капилляра |
| 4. Преобразователь | Г. Давления |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

38. Между терминами требования к персоналу, при выполнении работ по ТО

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. Профессиональная | А. Квалификации |
| 2. Самостоятельная | Б. Труда |
| 3. Повышение | В. Работа |
| 4. Охрана | Г. Подготовка |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

39. Между терминами испытательных стендов и поверочных приборов

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. Дистанционные | А. Осциллограмм |
| 2. Расшифровка | Б. Характеристик |
| 3. Линейные | В. Датчики |
| 4. Регистрация | Г. Перегрузки |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

40. Между терминами поверочной аппаратуры

- | | |
|---------------|----------------|
| 1. Класс | А. Прибор |
| 2. Допустимая | Б. Точности |
| 3. Испытуемый | В. Гармоник |
| 4. Измерение | Г. Погрешность |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

41. Между терминами технического обслуживания приборов измерения и автоматики

- | | |
|------------------|----------------|
| 1. Механические | А. Показаний |
| 2. Плановые | Б. Повреждения |
| 3. Достоверность | В. Крепления |
| 4. Надежность | Г. Осмотры |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

42. Между терминами технического обслуживания приборов измерения и автоматики

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Относительная | А. Прибора |
| 2. Характеристика | Б. Заземления |
| 3. Метрологическая | В. Погрешность |
| 4. Состояние | Г. Поверка |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

43. Между терминами ремонта приборов измерения и автоматики

- | | |
|-----------------|------------|
| 1. Причины | А. Деталей |
| 2. Неточные | Б. Стенд |
| 3. Комплект | В. Приборы |
| 4. Лабораторный | Г. Отказов |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

44. Между терминами ремонта приборов измерения и автоматики

- | | |
|----------------|------------|
| 1. Степень | А. Точки |
| 2. Контрольные | Б. Прибора |
| 3. Технический | В. Износа |
| 4. Поверка | Г. Паспорт |

Ответ: 1__, 2__, 3__, 4__.

45. Между терминами сдачи систем автоматики в эксплуатацию

- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1. Наладочные | А. Испытания |
| 2. Гидравлические | Б. Документация |
| 3. Система | В. Работы |
| 4. Техническая | Г. Автоматики |

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

46. Укажите последовательность проведения ремонта электродвигателя постоянного тока.

1. балансировка ротора
2. замена обмотки статора
3. замена подшипников
4. выявление дефектов

47. Укажите последовательность ремонта промежуточных реле.

1. проверка обмотки катушки
2. визуальный осмотр
3. проверка величины между якорем и сердечником
4. проверка работоспособности

48. Укажите последовательность действий при включении электрической сети.

1. включение линейных разъединителей
2. включение шинных разъединителей
3. проверка схемы включений
4. проверка нагрузки

49. Укажите последовательность действий при проведении измерений сопротивления изоляции.

1. проверка кабеля на отсутствие напряжения
2. заземлить токоведущие жилы
3. контрольная проверка прибора
4. подключить мегомметр

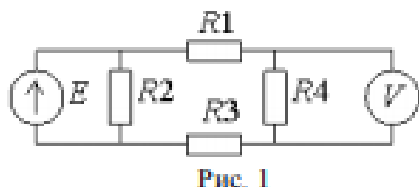
50. Укажите последовательность операций при ремонте измерительных электромеханических приборов.

1. определение степени износа узлов
2. проверка достоверности показаний

3. разборка

4. замена или ремонт. Выполните практические задания.

51. Выразите абсолютную погрешность взаимодействия для представленной ниже схемы (рис. 1) через сопротивления резисторов R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , показание вольтметра U и его входное сопротивление R_V .



52. Требуется выбрать один из двух поддиапазонов измерений магнитоэлектрического вольтметра класса точности 1,0 — (0...15)В и (0...30)В, так чтобы минимизировать максимальную, без учета знака, погрешность измерения напряжения, значение которого близко к 10 В. Измерения проводятся при нормальных условиях, погрешность отсчитывания пренебрежимо мала, выходное сопротивление источника напряжения R_i не превышает 20 Ом (вариант 1) или 200 Ом (вариант 2), ток полного отклонения для указанных поддиапазонов измерений $I_{п.о} = 3\text{мА}$?

Эталоны ответов

1. В; 2. Б; 3. Г; 4. Б; 5. В; 6. В; 7. В; 8. Г; 9. Г; 10. Г; 11. Г; 12. Б; 13. Б; 14. Г; 15. Б;
16. Компиляторы; 17. Межвитковых; 18. Алгоритма; 19. Спринклерные; 20. Серверов; 21. Метрология; 22. Паспортом; 23. Средства; 24. Статические; 25. Геометрической; 26. Равнозначные; 27. Неточные; 28. Лабораторные; 29. Типовых; 30. Рабочие;
31. 1В,2А,3Г,4Б;
32. 1Г,2А,3Б,4В;
33. 1В,2Г,3Б,4А;
34. 1Г,2А,3Б,4В;
35. 1В,2А,3Г,4Б;
36. 1Б,2В,3А,4Г;
37. 1Б,2В,3А,4Г;
38. 1Г,2В,3А,4Б;
39. 1В,2А,3Г,4Б;
40. 1Б,2Г,3А,4В;
41. 1Б,2Г,3А,4В;
42. 1В,2А,3Г,4Б;
43. 1Г,2В,3А,4Б;
44. 1В,2А,3Г,4Б;
45. 1В,2А,3Г,4Б;
46. 4,2,3,1;
47. 2,3,1,4;
48. 3,4,2,1;
49. 3,1,2,4;
50. 3,1,4,2;

51. $D_{\text{нз}} = -U R_{\text{нз}} / R_{\text{г}}$. Для определения выходного сопротивления эквивалентного источника напряжения следует заменить источник ЭДС E коротким замыканием и вычислить сопротивление получившейся цепи между точками подключения вольтметра: $R_{\text{нз}} = (R_1 + R_3) R_4 / (R_2 + R_3 + R_4)$.

52. $\frac{1}{2} D \frac{1}{2} \text{max} = D_{\text{нз}} + \frac{1}{2} D \frac{1}{2} \text{max}$;

$D_{\text{нз}} = 0,01 \text{ г.н. } U_{\text{к}}$;

$\frac{1}{2} D \frac{1}{2} \text{max} = U R_{\text{нз}} \text{max} / R_{\text{г}}$; $R_{\text{г}} = U_{\text{к}} / I_{\text{н.з.}}$;

1) $U_{\text{к}} = 15 \text{ В}$: $\frac{1}{2} D \frac{1}{2} \text{max} = 0,19 \text{ В}$;

$U_{\text{к}} = 30 \text{ В}$: $\frac{1}{2} D \frac{1}{2} \text{max} = 0,32 \text{ В}$;

2) $U_{\text{к}} = 15 \text{ В}$: $\frac{1}{2} D \frac{1}{2} \text{max} = 0,55 \text{ В}$;

$U_{\text{к}} = 30 \text{ В}$: $\frac{1}{2} D \frac{1}{2} \text{max} = 0,50 \text{ В}$.

4. Шкала оценки образовательных достижений по МДК

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка уровня подготовки	
	балл (отметка)	вербальный аналог
90 ÷ 100	5	отлично
80 ÷ 89	4	хорошо
70 ÷ 79	3	удовлетворительно
менее 70	2	неудовлетворительно

Оценка	Критерии
«Отлично» - 5	1. дан полный ответ на основе изученных теорий; 2. материал понят и осознан; 3. материал изложен в определенной логической последовательности литературным языком; 4. ответ самостоятельный.
«Хорошо» - 4	1. дан правильный ответ на основе изученных теорий; 2. материал понят и осознан; 3. материал изложен в определенной логической последовательности литературным языком; 4. допущены 2-3 не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, или некоторая неполнота ответа, шероховатость в изложении материала.
«Удовлетворительно» - 3	1. материал в основном изложен полно, но при этом допущены 1-2 существенные ошибки; 2. ответ неполный, построен несвязно, с помощью наводящих вопросов преподавателя.
«Неудовлетворительно» - 2	ответ обнаруживает незнание или непонимание большей и наиболее существенной части учебного материала

4 Оценка по учебной и производственной практике

4.1. Общие положения

Целью оценки по учебной и (или) производственной практике является оценка:

- 1) профессиональных и общих компетенций;

2) практического опыта и умений.

4.2. Учебная практика

Контроль и оценка результатов освоения учебной практики осуществляется в процессе учебных занятий, самостоятельного выполнения обучающимися заданий, выполнения практических проверочных работ.

В результате освоения учебной практики в рамках освоения профессионального модуля, обучающиеся проходят промежуточную аттестацию в форме дифференцированного зачета. Результатом, которого является оценка. Промежуточная аттестация заносится в зачетную ведомость по учебной практике. Формой дифференцированного зачета является выполнение комплексного задания, состоящего из теоретической и практической частей.

4.2.1. Виды работ по учебной практике и проверяемые результаты обучения по профессиональному модулю

Виды работ	Коды проверяемых результатов		
	ПК	ОК	ПО, У
Подготовка приборов и инструмента к работе.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1
Измерение технических характеристик контрольно-измерительных приборов и автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4
Выполнение основных слесарных работ, контроль линейных размеров деталей.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8
Проверка контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10,	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8

		ОК.11	
Обслуживание приборов и систем автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8
Смазка трущихся элементов, замена смазки.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8
Замена расходных материалов.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Снятие показаний с приборов измерения и контроля.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Прозвонка цепей систем автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Измерение сопротивлений изоляции систем автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Осмотры элементов и приборов сетей автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10,	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9,

		ОК.11	У.10, У.11
--	--	-------	------------



**Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Сыктывкарский лесопромышленный техникум»**

«Сыктывкарса вör промышленность техникум»
уджсикасö велöдан канму учреждение

РАССМОТРЕНО
на заседании МК
«Профессионального цикла»
Протокол № 1 от «30» августа 2019 г.
Председатель МК _____ Исакова О.В.

УТВЕРЖАЮ:
Зам. директора
_____ М.А. Арпер
«30» августа 2019 г.

Контрольно-оценочное средство по

УП 03. Техническое обслуживание и эксплуатация контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

Форма промежуточной аттестации: _____ Дифференцированный зачет

Тип контрольного задания: _____ Комплексное задание

Проверяемые результаты обучения:

	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11
	_____ ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
	_____ ПО.01, ПО.02, ПО.03
	_____ У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11

Критерии оценки

Тест

Оценка	Критерии
«Отлично» - 5	90 ÷ 100
«Хорошо» - 4	80 ÷ 89
«Удовлетворительно» - 3	70 ÷ 79
«Неудовлетворительно» - 2	менее 70

Практическое задание

Оцениваемые критерии	Оценка
1. Организация рабочего места	5
2. Соблюдение технологии выполнения работы	5
3. Умение пользоваться контрольно-измерительным инструментом	5

4. Качество выполнения работы	5
5. Соблюдение правил техники безопасности	5
ИТОГО	15

Оценка производится по пятибалльной шкале:

- 3 балла выполнено в полном объёме (90-100%) без значительных ошибок;
- 2 балла выполнено частично (60-70%) допущены незначительные ошибки;
- 1 балл выполнено частично (50-40%) допущены незначительные ошибки;
- 0 баллов выполнено частично (менее 40 %) допущены значительные ошибки

Максимальное количество баллов 15.

Оценка	Критерии
«Отлично» - 5	14-28 баллов
«Хорошо» - 4	20-23 баллов
«Удовлетворительно» - 3	15-19 баллов
«Неудовлетворительно» - 2	0-14 баллов

Составитель:

Исакова О.В.

преподаватель дисциплин общепрофессионального и
профессионального цикла

Сыктывкар

2019

Задание 1.

Коды проверяемых результатов освоения:

ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3
ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11
ПО.01, ПО.02, ПО.03
3.1 – 23 У.1 - 11

Инструкция

Внимательно прочитайте задание.

Вы можете воспользоваться:

Электрическая цепь работы диодного моста, мультиметр, электромонтажный стол

Время выполнения задания: 120 мин.

Тест – 60 мин.

Практическое задание – 60 мин.

Текст тестового задания

Выберите правильный вариант ответа.

1. Техническое обслуживание производится ежедневно

- А. не требуется никаких документов
- Б. график проведения разрабатывается при необходимости В. в строгом соответствии с графиком
- Г. не требует разработки графика

2. Комплексное опробование систем противопожарной автоматики производится

- А. еженедельно
- Б. ежеквартально
- В. ежегодно
- Г. раз в полгода

3. Конструкторская документация чертежная - это графическая документация, состоящая из чертежей

- А. четырех видов
- Б. пяти видов
- В. двух видов

Г. трех видов

4. Возможность сборки независимо изготовленных деталей в узел, а узлов в машину без дополнительных операций обработки и пригонки

А. унифицированность

Б. универсальность

В. ремонтпригодность

Г. взаимозаменяемость

5. В основные технологические приёмы выполнения слесарных работ входит

А. разработка

Б. повышение твердости

В. разметка

Г. лужение

6. Устройства, погрешность которых больше значения, указанного в инструкции изготовителя

А. ремонтируются на месте

Б. эксплуатируются с учетом погрешности

В. эксплуатируются до замены

Г. отправляются в ремонт

7. Для проверки точности измерений без отключения, манометрический термометр подключают через

А. резервный клапан

Б. трехходовой клапан

В. одноходовой клапан

Г. двухходовой клапан

8. Достоверность показаний приборов проверяют

А. по скорости возвращения стрелки прибора

Б. по возвращению стрелки прибора на нуль

В. по плавности возвращения стрелки прибора

Г. по перемещению стрелки прибора

9. На приборах, прошедших ремонт и коррекцию точности показаний, ставится

- А. штамп поверителя с датой поверки
- Б. пломба и штамп поверителя с датой поверки
- В. пломба поверителя с датой поверки
- Г. пломба и штамп поверителя с датой следующей метрологической поверки

10. Периодичность работ по обслуживанию и ремонту устанавливается

- А. инструкцией торговой организации
- Б. разработанной инструкцией
- В. инструкцией завода-изготовителя
- Г. утвержденной инструкцией

Вставьте пропущенное слово.

- 11. Точностью называется степень соответствия формы и размеров готовой детали _____ форме и размерам, заданным по чертежу.
- 12. Средства измерений предназначены для измерения размеров величин, необходимых в разнообразной деятельности человека называются _____ .
- 13. Технические средства, используемые при измерениях и имеющие нормированные метрологические характеристики называются _____ измерений.
- 14. По характеру зависимости измеряемой величины от времени приборы классифицируют по признакам на _____ и динамические.
- 15. Наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности называется _____ .
- 16. Приборы, снятые на ремонт или проверку, заменяются на _____ .
- 17. В ремонт направляются выявленные при техническом обслуживании неисправные и _____ приборы.
- 18. Для проверки точности и регулирования измерительных приборов и автоматики необходимы _____ стенды.
- 19. Ремонт простых электромеханических измерительных приборов и датчиков преобразователей содержит несколько _____ операций.
- 20. Направление в ремонт и поверку приборов измерения и автоматики обязательно сопровождается техническим _____ .

Установите соответствие

- 21. Между терминами поверочной аппаратуры

1. Класс	А. Прибор
----------	-----------

2. Допустимая	Б. Точности
3. Испытуемый	В. Гармоник
4. Измерение	Г. Погрешность

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

22. Между терминами сдачи систем автоматики в эксплуатацию

1. Наладочные	А. Испытания
2. Гидравлические	Б. Документация
3. Система	В. Работы
4. Техническая	Г. Автоматики

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

23. Между терминами требования к персоналу, при выполнении работ по ТО

1. Профессиональная	А. Квалификации
2. Самостоятельная	Б. Труда
3. Повышение	В. Работы
4. Охрана	Г. Подготовка

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

24. Между терминами испытательных стендов и поверочных приборов

1. Дистанционные	А. Осциллограмм
2. Расшифровка	Б. Характеристик
3. Линейные	В. Датчики
4. Регистрация	Г. Перегрузки

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

25. Между терминами правил работы с применением инструментов

1. Блокирующие	А. Прочность
2. Проведение	Б. Устройства
3. Механическая	В. Испытаний
4. Соосность	Г. Инструмента

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

26. Между терминами технического обслуживания приборов измерения и автоматики

1. Механические	А. Показаний
2. Плановые	Б. Повреждения
3. Достоверность	В. Крепления

4. Надежность	Г. Осмотры
---------------	------------

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

27. Между терминами технического обслуживания приборов измерения и автоматики

1. Относительная	А. Прибора
2. Характеристика	Б. Заземления
3. Метрологическая	В. Погрешность
4. Состояние	Г. Поверка

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

28. Между терминами ремонта приборов измерения и автоматики

1. Причины	А. Деталей
2. Неточные	Б. Стенд
3. Комплект	В. Приборы
4. Лабораторный	Г. Отказов

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

29. Между терминами ремонта приборов измерения и автоматики

1. Степень	А. Точки
2. Контрольные	Б. Прибора
3. Технический	В. Износа
4. Поверка	Г. Паспорт

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

30. Между терминами ремонта манометрических приборов

1. Жидкостные	А. Сигнал
2. Герметичность	Б. Термометры
3. Пневматический	В. Капилляра
4. Преобразователь	Г. Давления

Ответ: 1 __, 2 __, 3 __, 4 __.

31. Укажите последовательность операций при ремонте измерительных электромеханических приборов.

1. определение степени износа узлов
2. проверка достоверности показаний
3. разборка
4. замена или ремонт

32. Укажите последовательность действий при проведении измерений сопротивления изоляции.

1. проверка кабеля на отсутствие напряжения
2. заземлить токоведущие жилы
3. контрольная проверка прибора
4. подключить мегомметр

33. Укажите последовательность действий при включении электрической сети.

1. включение линейных разъединителей
2. включение шинных разъединителей
3. проверка схемы включений
4. проверка нагрузки

34. Укажите последовательность ремонта промежуточных реле.

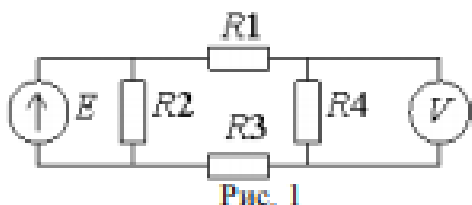
1. проверка обмотки катушки
2. визуальный осмотр
3. проверка величины между якорем и сердечником
4. проверка работоспособности

35. Укажите последовательность проведения электротехнических измерений .

1. снять результаты измерений
2. выбрать диапазон измерений на приборе
3. подключить прибор к измеряемой схеме
4. определить уровень измеряемых величин

Выполните практические задания.

36. Выразите абсолютную погрешность взаимодействия для представленной ниже схемы (рис. 1) через сопротивления резисторов R_1 , R_2 , R_3 , R_4 , показание вольтметра U и его входное сопротивление R_V . Рис. 1



37. Требуется выбрать один из двух поддиапазонов измерений магнитоэлектрического вольтметра класса точности 1,0 — (0...15)В и (0...30)В, так чтобы минимизировать максимальную, без учета знака, погрешность измерения напряжения, значение которого близко к

10 В. Измерения проводятся при нормальных условиях, погрешность отсчитывания пренебрежимо мала, выходное сопротивление источника напряжения R_i не превышает 20 Ом (вариант 1) или 200 Ом (вариант 2), ток полного отклонения для указанных поддиапазонов измерений $I_{п.0} = 3\text{мА}$?

Эталоны ответов

1. Г; 2. Б; 3. Г; 4. Г; 5. В; 6. Г; 7. Б; 8. Б; 9. Г; 10. В;

11. Геометрической; 12. Рабочие; 13. Средства; 14. Статические; 15. Метрология; 16. Равнозначные; 17. Неточные; 18. Лабораторные; 19. Типовых; 20. Паспортом;

21. 1Б,2Г,3А,4В; 22. 1В,2А,3Г,4Б; 23. 1Г,2В,3А,4Б; 24. 1В,2А,3Г,4Б; 25. 1Б,2В,3А,4Г; 26. 1Б,2Г,3А,4В; 27. 1В,2А,3Г,4Б; 28. 1Г,2В,3А,4Б; 29. 1В,2А,3Г,4Б; 30. 1Б,2В,3А,4Г; 31. 3,1,4,2; 32. 3,1,2,4; 33. 3,4,2,1; 34. 2,3,1,4; 35. 4,2,3,1;

36. $D_{н1} = -U R_{н1} / R_V$. Для определения выходного сопротивления эквивалентного источника напряжения следует заменить источник ЭДС E коротким замыканием и вычислить сопротивление получившейся цепи между точками подключения вольтметра: $R_{н1} = (R_1 + R_3) R_4 / (R_2 + R_3 + R_4)$.

37. $\frac{1}{2}D_{\frac{1}{2}max} = D_{0,н} + \frac{1}{2}D_{н1}/_{2max}$;
 $D_{0,н} = 0,01 \text{ г.о.н. } U_K$;
 $\frac{1}{2}D_{н1}/_{2max} = U R_{н1} / R_V$; $R_V = U_K / I_{н.0}$;
 1) $U_K = 15 \text{ В}$: $\frac{1}{2}D_{\frac{1}{2}max} = 0,19 \text{ В}$;
 $U_K = 30 \text{ В}$: $\frac{1}{2}D_{\frac{1}{2}max} = 0,32 \text{ В}$;
 2) $U_K = 15 \text{ В}$: $\frac{1}{2}D_{\frac{1}{2}max} = 0,55 \text{ В}$;
 $U_K = 30 \text{ В}$: $\frac{1}{2}D_{\frac{1}{2}max} = 0,50 \text{ В}$.

Текст практического задания: «Прозвонка цепей схемы диодного моста.».

I. Составить алгоритм выполнения задания.

II. Произведите прозвонку цепей схемы диодного моста.

III. Запишите показания, сделайте вывод о работоспособности схемы.

Ключи к ответу:

1. Подать питание на электрическую цепь.
2. Произвести измерения в плечах диодного моста.
3. Записать показания измерительного прибора.
4. Сделать вывод о работоспособности электрической схемы.

4.3. Производственная практика

Оценка по производственной практике выставляется на основании аттестационного листа с указанием видов работ, выполненных обучающимися во время практики, их объема, качества выполнения в соответствии с технологией и требованиями организации, в которой проходила практика и отчета по практике.

Отчет по производственной практике проводится по завершению освоения рабочей учебной программы по производственной практике в форме представления отчета студентами техникума и его защиты. Защита отчета может проводиться как в виде презентаций, так и в форме устного выступления.

В качестве приложения к отчету по практике обучающийся оформляет графические, аудио-, фото-, видео-, материалы, наглядные образцы изделий, подтверждающие практический опыт, полученный на практике

4.3.1. Виды работ по производственной практике и проверяемые результаты обучения по профессиональному модулю

Виды работ	Коды проверяемых результатов		
	ПК	ОК	ПО, У
Планирования работ по техническому обслуживанию и ремонту.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Приём в эксплуатацию контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Подготовка инструментов и приборов для технического обслуживания и ремонта.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Техническое обслуживание электроизмерительных приборов.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Техническое обслуживание датчиков и систем автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04,	ПО.1, ПО.2, ПО.3

		ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Техническое обслуживание сетей передачи информации, сигнализации и блокировки.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Диагностика, ремонт и поверка различных датчиков и систем автоматизации.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Диагностика и ремонт регуляторов, регистраторов и контроллеров.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Составление дефектных ведомостей.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11
Поверка и проверка контрольно-измерительных приборов и систем автоматики.	ПК.3.1, ПК 3.2 ПК 3.3	ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11	ПО.1, ПО.2, ПО.3 У.1, У.2, У.3, У.4, У.5, У.6, У.7, У.8, У.9, У.10, У.11

5. Контрольно-оценочные материалы для экзамена (квалификационного)

5.1. Экзамен (квалификационный) предназначен для контроля и оценки результатов освоения профессионального модуля

ПМ.03

Техническое обслуживание и эксплуатация контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) СПО по программе подготовки квалифицированных рабочих (служащих)

15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и автоматики

Экзамен проводится по завершению изучения программы профессионального модуля.

Экзамен представляет собой:

- комплексное задание, состоящее из теоретической и практической части.

Экзамен может проводиться на базовом предприятии, в мастерских и лабораториях техникума.

Итогом проверки освоения программы профессионального модуля является однозначное решение: «вид профессиональной деятельности «освоен, / не освоен с оценкой».

При выставлении оценки учитывается роль оцениваемых показателей для выполнения вида профессиональной деятельности, освоение которого проверяется. При отрицательном заключении хотя бы по одному показателю оценки результата освоения профессиональных компетенций принимается решение «вид профессиональной деятельности не освоен».

Результаты освоения	Основные показатели оценки результата	Форма экзамена
ПК 3.1. Осуществлять подготовку к использованию оборудования и устройств для поверки и проверки приборов и систем автоматики в соответствии с заданием.	<ul style="list-style-type: none">- обоснованный выбор инструментов и приспособлений для различных видов монтажа;- умение пользоваться конструкторскую, производственно-технологическую и нормативную документацию, необходимую для выполнения работ;- знание характеристик и областей применения электрических кабелей;- обоснованный выбор элементов микроэлектроники, знание их классификации, типов, характеристик и назначения, маркировки;- обоснованный выбор и применение коммутационных приборов, знание их классификации, область применения и принцип действия;- знание состава и назначения основных блоков систем автоматического управления и регулирования;- знание состава и назначения основных	Выполнение практического задания

	<p>элементов систем автоматического управления;</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять методы расчета отдельных элементов регулирующих устройств; - обоснованно применять методы измерения качественных показателей работы систем автоматического управления и регулирования; - знание способов проверки работоспособности элементов волноводной техники; - выбирать и заготавливать провода различных марок в зависимости от видов монтажа - пользоваться измерительными приборами и диагностической аппаратурой для монтажа приборов и систем автоматики различных степеней сложности. 	
<p>ПК 3.2. Определить последовательность и оптимальные режимы обслуживания приборов и систем автоматики в соответствии с заданием.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - знание принципиальных электрических схем и схем соединений, условных изображений и маркировки проводов; - знание особенностей схем промышленной автоматики, телемеханики, связи; - знание функциональных и структурных схем программируемых контроллеров; - знание основных принципов построения систем управления на базе микропроцессорной техники; способы макетирования схем; - уметь правильно оформлять сдаточную техническую документацию; - знание принципов установления режимов работы отдельных устройств, приборов и блоков, характеристику и назначение основных электромонтажных операций; - знание назначения и области применения пайки, лужения; виды соединения проводов, технологии процесса установки крепления и пайки радиоэлементов; - обоснованный выбор электрических проводок в зависимости от назначения; - уметь читать схемы соединений, принципиальные электрические схемы; - уметь составлять различные схемы соединений с использованием элементов микроэлектроники; 	<p>Выполнение практического задания</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать отдельные элементы регулирующих устройств. 	
<p>ПК 3.3.</p> <p>Осуществлять поверку и проверку контрольно-измерительных приборов и систем автоматики в соответствии с заданием с соблюдением требований к качеству выполненных работ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - знание технологии сборки блоков аппаратуры различных степеней сложности, конструкцию и размещение оборудования, назначение, способы монтажа различных приборов и систем автоматизации; - знание трубных проводок, их классификацию и назначение, технические требования к ним; - знание общих требований к автоматическому управлению и регулированию производственных и технологических процессов; - применение норм и правил пожарной безопасности при проведении монтажных работ; - соблюдение требований безопасности труда и бережливого производства при производстве монтажа; - производить расшивку проводов и жгутование; - производить лужение, пайку проводов; сваривать провода; - производить электромонтажные работы с электрическими кабелями, - производить печатный монтаж; производить монтаж электрорадиоэлементов; - прокладывать электрические проводки в системах контроля и регулирования и производить их монтаж; - производить монтаж трубных проводок в системах контроля и регулирования; - производить монтаж щитов, пультов, стативов; - оценивать качество результатов собственной деятельности. 	<p>Выполнение практического задания</p>
<p>ОК.01</p> <p>Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам</p>	<ul style="list-style-type: none"> - распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте; - анализировать задачу и/или проблему и выделять её составные части; - составить план действия, определить необходимые ресурсы; - владеть актуальными методами работы в профессиональной и смежных сферах; - реализовать составленный план; 	<p>Экспертное наблюдение и оценка самостоятельности на практических занятиях при выполнении работ</p>

	- оценивать результат и последствия своих действий (самостоятельно или с помощью наставника).	
ОК.02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности	- использование различных источников, включая электронные источники информации	Экспертное наблюдение и оценка эффективности использования различных источников на занятиях
ОК.03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие	- правильно выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы.	Экспертное наблюдение и оценка заполнения технологической карты
ОК.04 Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами	- организовывать работу коллектива и команды с коллегами, руководством, клиентами	Экспертное наблюдение
ОК.05 Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.	- заполнение технологической карты на учебной практике	Экспертное наблюдение и оценка заполнения технологической карты
ОК.06 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.	- организовывать работу коллектива и команды с коллегами, руководством, клиентами	Экспертное наблюдение
ОК.07 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать	- описывать значимость своей профессии - презентовать структуру профессиональной деятельности по профессии (специальности)	Экспертное наблюдение

осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.		
ОК.08 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.	<ul style="list-style-type: none"> - соблюдать нормы экологической безопасности - определять направления ресурсосбережения в рамках профессиональной деятельности по профессии (специальности) 	Экспертное наблюдение и оценка навыков использования информационной документации на занятиях
ОК.09 Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.	<ul style="list-style-type: none"> - применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач - использовать современное программное обеспечение 	Экспертное наблюдение и оценка навыков использования информационно-коммуникационных технологий на занятиях
ОК.10 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языке	<ul style="list-style-type: none"> - понимать общий смысл четко произнесенных высказываний на известные темы (профессиональные и бытовые), понимать тексты на базовые профессиональные темы участвовать в диалогах на знакомые общие и профессиональные темы строить простые высказывания о себе и о своей профессиональной деятельности кратко обосновывать и объяснить свои действия (текущие и планируемые) писать простые связные сообщения на знакомые или интересующие профессиональные темы <p>правила</p>	Экспертное наблюдение и оценка навыков использования информационной документации на занятиях
ОК.11 Планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере	<ul style="list-style-type: none"> - выявлять достоинства и недостатки коммерческой идеи - презентовать идеи открытия собственного дела в профессиональной деятельности - оформлять бизнес-план - рассчитывать размеры выплат по процентным ставкам кредитования 	Экспертное наблюдение и оценка навыков



**Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Сыктывкарский лесопромышленный техникум»**

**«Сыктывкарса вör промышленность техникум»
уджсикасö велöдан канму учреждение**

РАССМОТРЕНО
на заседании МК
«Профессионального цикла»
Протокол № 1 от «30» августа 2019 г.
Председатель МК _____ Исакова О.В.

УТВЕРЖАЮ:

Зам. директора
_____ М.А. Арцер
«30» августа 2019 г.

Комплект контрольно-оценочных средств по

**ПМ.03 Техническое обслуживание и эксплуатация контрольно-
измерительных приборов и систем автоматики**

Форма контроля: промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации: экзамен (квалификационный)

Составитель:

Исакова О.В. преподаватель дисциплин общепрофессионального и
_____ профессионального цикла



**Государственное профессиональное образовательное учреждение
«Сыктывкарский лесопромышленный техникум»**

«Сыктывкарса вör промышленносьт техникум»
уджикасö велöдан канму учреждение

РАССМОТРЕНО
на заседании МК
«Профессионального цикла»
Протокол № 1 от «30» августа 2019 г.
Председатель МК _____ Исакова О.В.

УТВЕРЖАЮ:

Зам. директора

_____ М.А. Арцер
«30» августа 2019 г.

Контрольно-оценочное средство по

ПМ.03

**Техническое обслуживание и эксплуатация контрольно-
измерительных приборов и систем автоматики**

Форма промежуточной аттестации: _____ экзамен

Тип контрольного задания: _____ Комплексное задание

Проверяемые результаты обучения:

ПК 3.1, ПК 3.2, ПК 3.3

ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06,
ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11

ПО.01, ПО.02, ПО.03

3.1 – 23 У.1 - 11

Составитель:

Исакова О.В.

преподаватель дисциплин общепрофессионального и
профессионального цикла

Сыктывкар
2019

I. ПАСПОРТ

КОС предназначен для контроля и оценки результатов освоения

ПМ.03 Техническое обслуживание и эксплуатация контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) СПО по программе подготовки квалифицированных рабочих (служащих)

15.01.31 Мастер контрольно-измерительных приборов и автоматики

II. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЭКЗАМЕНУЮЩЕГОСЯ

Вариант №

Задание 1.

Коды проверяемых результатов освоения:

ПК 1.1, ПК 1.2, ПК 1.3
ОК.01, ОК.02, ОК.03, ОК.04, ОК.05, ОК.06, ОК.07, ОК.08, ОК.09, ОК.10, ОК.11
ПО.01, ПО.02, ПО.03
З.1 – 23 У.1 - 11

Инструкция

Внимательно прочитайте задание.

Вы можете воспользоваться:

Время выполнения задания – 60 минут.

Текст задания:

«Соберите схему работы пневмоцилиндра ПЦ – 2»

I. Составьте схему пневматическую соединения оборудования.

II. Соберите схему работы пневмоцилиндра ПЦ – 2 на стенде «Пневмоавтоматика».

III. ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА

IIIa. УСЛОВИЯ

Количество вариантов заданий для экзаменуемых – 1

Время выполнения каждого задания и максимальное время на экзамен (квалификационный): 60 минут.

Задание 1 – 20 минут

Задание 2 – 30 минут

Всего на экзамен – 50 минут

Условия выполнения заданий:

Задание 1

1. Составьте схему пневматическую соединения оборудования.

Соберите схему работы пневмоцилиндра ПЦ – 2 на стенде «Пневмоавтоматика».

Требования охраны труда: инструктаж по ТБ, спецодежда

Оборудование:

Стенд «Пневмоавтоматика», пневмотрубки, электромонтажный инструмент.

Литература для экзаменуемого:

Учебники:

1.Зайцев С.А., Контрольно- измерительные приборы и инструменты: учебник для студ. учреждений СПО/ С.А Зайцев, Д.Д. Грибанов, А.Н Толстов. – 8-е изд., стер. – М.: Академия. - 2016. – 464 с.

2.Шишмарёв В.Ю. Средства измерений: учебник: Рекомендовано ФГАУ «ФИ-РО». – 6-е изд., испр. – М.: «Академия», 2015 – 208 с.

ШБ. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

1) Ход выполнения задания 1

Коды проверяемых компетенций	Основные показатели оценки результата	Оценка (да/нет)
ОК.01	1.Распознавание сложных проблемных ситуаций в различных контекстах. 2.Проведение анализа сложных ситуаций при решении задач профессиональной деятельности. 3.Определение этапов решения задачи.	
ОК.02	1.Планирование информационного поиска из широкого набора источников, необходимого для выполнения профессиональных задач. 2.Проведение анализа полученной информации, выделяет в ней главные аспекты.	
ОК.03	1.Использовать монтажный инструмент и приспособления. 2.Применять безопасные приёмы выполнения монтажа. 3.Безопасно выполнять монтажные работы. 4.Производить оценку качества	

	выполненной работы в соответствии с заданием.	
ОК.04	1.Участие в деловом общении для эффективного решения деловых задач. 2.Планирование профессиональной деятельности.	
ОК.05	1.Грамотно устно и письменно излагать свои мысли по профессиональной тематике на государственном языке. 2.Проявление толерантность в рабочем коллективе.	
ОК.06	1.Понимать значимость своей профессии.	
ОК.07	1.Соблюдение правил экологической безопасности при ведении профессиональной деятельности.	
ОК.08	1.Сохранение и укрепление здоровья посредством использования средств физической культуры. 2.Поддержание уровня физической подготовленности для успешной реализации профессиональной деятельности.	
ОК.09	1.Применение средств информатизации и информационных технологий для реализации профессиональной деятельности.	
ОК.10	1.Ведение общения на профессиональные темы.	
ОК.11	1.Определение инвестиционную привлекательность коммерческих идей в рамках профессиональной деятельности.	

2)

3) Подготовленный продукт/осуществленный процесс

Коды проверяемых компетенций	Основные показатели оценки результата	Оценка (да/нет)
ПК 1.1	1. Пользоваться поверочной аппаратурой 2. Производить проверку комплектации и основных характеристик приборов и аппаратуры; 3. Выполнять основные слесарные работы (обрабатывать детали по 11-12 квалитетам с подгонкой и	

	<p>доводкой, сверлить зенкеровать, зенковать резьбу, выполнять шабрение и притирку, навивать пружины);</p> <p>4. Контролировать линейные размеры деталей и узлов универсальным и контрольно-измерительным инструментом.</p>	
ПК 1.2	<p>1. Проводить проверку работоспособности блоков различных степеней сложности, систем питания, приборов и информационно-измерительных систем с использованием образцовых приборов;</p> <p>2. Приводить параметры работы приборов и установок промышленной автоматики, телемеханики, связи, электронно-механических испытательных и электрогидравлических машин и стендов в соответствие с требованиями технической документации;</p> <p>3. Выполнять работы по восстановлению работоспособности автоматизированных систем, программируемых контроллеров и другого оборудования в рамках своей компетенции.</p>	
ПК 1.3	<p>1. Разрабатывать рекомендации для устранения отказов в работе контрольно-измерительных приборов и систем автоматики;</p> <p>2. Безопасно эксплуатировать и обслуживать системы автоматики;</p> <p>3. Оценивать качество результатов собственной деятельности;</p> <p>4. Оформлять сдаточную документацию.</p>	

6. Перечень материалов, оборудования и информационных источников, используемых в аттестации по МДК

Литература:

1. Пухаренко Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет тестирование базовых знаний: учебное пособие. – 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2017. – 308 с.
2. Данилин А.А. Измерения в радиоэлектронике: Учебное пособие. –СПб.: Лань, 2017. – 408 с.
3. Коновалов Б.И. Теория автоматического управления. Учебное пособие. – 4е. – СПб.: Лань, 2016. – 224 с.
4. Калининченко А.В., Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. Учебно-практическое пособие: Издание:2-е (Э/Р). 2016
5. Белоусов О.А. Радиопередающие устройства в системах радиосвязи: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2017. – 176 с.
6. Пухаренко Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация. Интернет тестирование базовых знаний: учебное пособие. – 2-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2017. – 308 с.2. Справочник Слесаря: Учебное пособие для НПО/Покровский Б.С.-М.: Академия 2003.-384 с.
7. Росовский В.Э., Г.И. Котов Ремонт измерительных электроприборов 1980.-96 с.
8. А.И. Трофимов Справочник слесаря КИПиА-МЭнергоатамиздат,1986.-256с.
9. Жарковский Б.И. Шапкин В.В. Справочник молодого слесаря по контрольно – измерительным приборам и автоматике: М выш.шк.1991-156
- 10.Жарковский Б. И. Приборы автоматического контроля и регулирования (Устройство и ремонт: Учебник для ПТУ. -3-е издание. перераб. и доп. -М.: Высшая школа. 1989.-336 с.
- 11.Голицын А.Н. Основы промышленной экологии. Учебник для НПО. Москва: Академия, 2005. - 240с
- 12.Медведев В.Т. Охрана труда и промышленная экология: учеб. для сред. проф. обр. – М.: «Академия», 2006.-416 с.
- 13.Медведев В.Т. Охрана труда и промышленная экология: учеб. для студ. учрежден. сред. проф. обр. – М.: «Академия», 2015.-416 с.
- 14.Петров М.С. Основы производства. Охрана труда: Учеб. пособие для. студ. высш. учеб. заведений - М.: - «Академия», 2007.-208 с.

Оборудование:

Мультимедийный проектор -1
Компьютер -1
Распашная магнитная доска - 1
Сетевой фильтр – 1
Экспозиционный экран – 1
Столы лабораторные – 12
Лабораторный стенд «Пневмоавтоматика» - 1

Лабораторный стенд «Методы измерения давления» - 1
Лабораторный стенд «Методы измерения температуры» - 1
Магнитный расходомер – 1
Комплект электромонтажного инструмента – 13
Паяльники 220В – 13
Микрометр МК – 2 – 1
Стол слесарный – 30
Сверлильный станок - 3
Станок заточной - 1
Спотер - 1
Плазменный резак – 1
Инструменты:
Паяльник -12
Линейка -12
Чертилка -3
Штангенциркуль -9
Ножовка по металлу- 12
Молоток - 10
Зубило - 12
Ножницы по металлу - 6

Материалы:

Листовой металл 4мм
Заготовки диаметром 10-50 мм
Шестигранники 12-36 мм
Провод АПВ
Припой ПОС-61
Канифоль СФ
Кислота паяльная

Лист согласования

Дополнения и изменения к комплекту КОС на учебный год

Дополнения и изменения к комплекту КОС на 2019 – 2020 учебный год по профессиональному модулю

ПМ.03. Техническое обслуживание и эксплуатация контрольно-измерительных приборов и систем автоматики

В комплект КОС внесены следующие изменения:

Дополнения и изменения в комплекте КОС обсуждены на заседании МК

«___» _____ 20___ г. (протокол №___).

Председатель МК _____ Исакова О.В.