

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

Сборник методических указаний

для студентов

По выполнению лабораторных работ

по МДК 01.02 «Методы осуществления стандартных и сертифицированных
испытаний, метрологических поверок средств измерений»

«ПМ 01 Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем
автоматизации».

программы подготовки специалистов среднего звена

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств

Новый Уренгой 2017

Методические указания для выполнения лабораторных работ разработаны в соответствии рабочей программой профессионального модуля **ПМ 01 Контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации** на основе ФГОС СПО по специальности *15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)* и содержит требования по подготовке, выполнению и оформлению результатов лабораторных работ.

Методические указания по выполнению лабораторных работ адресованы студентам очной формы обучения.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Людмила Викторовна Байол, преподаватель.

Данные методические указания

является собственностью

© ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой»

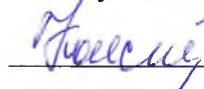
Рассмотрены на заседании кафедры

электротехнических дисциплин

и рекомендованы к применению

Протокол № 5 от « 18 » января 2017г

Заведующая кафедрой ЭТС



Е.Г. Константинова

Зарегистрированы в реестре банка программной,

и учебно-методической документации

Регистрационный номер

259, МУ(ЛР). М. П. М. от ЭТС. 001-14

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторной работы ...	7
Первая помощь при несчастных случаях	8
Порядок выполнения лабораторных работ.....	11
Защита лабораторной работы	12
Критерии оценки лабораторной работы	13
Лабораторная работа №1	
«Определение цены деления измерительного прибора по его шкале»	14
Лабораторная работа №2	
«Определение метрологических характеристик прибора».....	17
Лабораторная работа №3	
«Поверка логометра»	23
Лабораторная работа №4	
«Поверка манометра»	29
Лабораторная работа №5	
«Калибровка и поверка измерительного преобразователя давления с пневматическим унифицированным сигналом»	36
Лабораторная работа №6	
«Поверка датчика давления».....	43
Лабораторная работа №7	
«Поверка сужающего устройства»	50
Лабораторная работа №8	
«Калибровка цифрового омметра».....	57
Лабораторная работа №9	
«Поверка термосопротивления»	63
Лабораторная работа №10	
«Поверка потенциометра».....	70
Список использованных источников	77
ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ	78
Приложение А	79
Образец оформления Отчета по лабораторной работе	

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемый студент!

Методические указания по междисциплинарному курсу МДК 01.02 «Методы осуществления стандартных и сертифицированных испытаний, метрологических проверок средств измерений» для выполнения лабораторных работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, Вы должны внимательно прочитать цель занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с Федеральными Государственными стандартами третьего поколения (ФГОС 3), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме лабораторной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к лабораторной работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет по лабораторной работе Вы должны выполнить по приведенному алгоритму указанному в приложении А.

Наличие положительной оценки по лабораторным работам необходимо для получения допуска к экзамену по МДК 01.02 и квалификационному экзамену по ПМ01, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за лабораторную работу, Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Выполнение лабораторных работ направлено на достижение следующих целей:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;
- формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, профессионального модуля. Освоенные

на практических и лабораторных занятиях умения в совокупности с усвоенными теоретическими знаниями и полученным практическим опытом при прохождении учебной и производственной практики формируют профессиональные компетенции;

- совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации, которые соответствуют общим компетенциям, перечисленным в ФГОС СПО.

Образовательные результаты, подлежащие проверке в ходе выполнения лабораторных работ при освоении МДК01.02 «Методы осуществления стандартных и сертифицированных испытаний, метрологических проверок средств измерений» у студента формируются практический опыт и компетенции:

ПО1.1 Проведения измерений различных видов; произведения подключения приборов;

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1	Проводить анализ работоспособности измерительных приборов и средств автоматизации.
ПК 1.2	Диагностировать измерительные приборы и средства автоматического управления.
ПК 1.3	Производить поверку измерительных приборов и средств автоматизации.

Код	Наименование результата обучения
ОК 2	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6	Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
------	--

умения:

Код	Наименование результата обучения
У 1	выбирать метод и вид измерения;
У 2	пользоваться измерительной техникой, различными приборами и типовыми элементами средств автоматизации;
У 4	осуществлять рациональный выбор средств измерений;
У 5	производить поверку, настройку приборов;
У 7	снимать характеристики и производить подключение приборов;
У 9	проводить необходимые технические расчеты электрических схем включения датчиков и схем предобработки данных несложных мехатронных устройств и систем;

знания:

Код	Наименование результата обучения
Зн 1	виды и методы измерений;
Зн 2	основные метрологические понятия, нормируемые метрологические характеристики;
Зн 3	типовые структуры измерительных устройств, методы и средства измерений технологических параметров;
Зн 4	принцип действия, устройства и конструктивные особенности средств измерения;

Внимание! Если в ходе изучения МДК у Вас возникают трудности, то Вы всегда можете прийти к преподавателю на дополнительные занятия, которые проводятся согласно графику. Время проведения дополнительных занятий Вы сможете узнать у преподавателя, а также ознакомившись с графиком их проведения, размещенном на двери кабинета преподавателя.

В случае, если Вы пропустили занятия, Вы также всегда можете прийти на консультацию к преподавателю в часы дополнительных занятий.

Желаем Вам успехов!!!

Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторной работы

1 Перед началом выполнения работы студент должен:

1.1 Пройти инструктаж по технике безопасности.

1.2 Подготовиться к выполнению лабораторной работы: внимательно изучить методические указания, одежду аккуратно заправить, застегнуть.

1.3 Проверить наличие надежного соединения корпуса стенда с заземляющим устройством.

1.4 Убедиться, что все автоматы, рубильники, выключатели, соединяющие зажимы цепи с питающей цепью находятся в выключенном состоянии.

1.5 Проверить исправность изоляции проводов.

1.6 Проверить возможность применения каждого прибора для использования в данной цепи (по пределу измерения и классу изоляции), исправность изоляции проводов.

2 Во время работы студент должен:

2.1 Проверить правильность собранной схемы или выполнить сборку схемы на отключенном стенде.

2.2 Предъявить схему для проверки преподавателю

2.3 Любые рассоединения и переключения в схеме производить только при выключенных рубильниках. Причем после пересоединения схема вновь должна быть проверена руководителем.

2.4 Обо всех включениях и переключениях предупреждать работающих в группе.

2.5 В случаях неисправности или повреждения приборов, электрических шнуров и другого оборудования немедленно сообщить преподавателю, а не в коем не пытаться самостоятельно устранить неисправность.

2.6 Сообщить преподавателю о любом нарушении правил техники безопасности.

2.7 КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- хождение по лаборатории во время работы если это не вызвано необходимостью. - касаться руками клемм, открытых токоведущих частей приборов в схеме, находящихся под напряжением,

3 По окончании работы студент должен:

3.1 Отключить питание лабораторного стенда.

3.2 Привести в порядок рабочее место, разобрать схему, сдать приборы.

3.3 Сдать рабочее место преподавателю.

Первая помощь при несчастных случаях

- При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, немедленно прекратить работу и отключить источник электропитания. Работу продолжать только после устранения неисправности.

- В случае поражения человека электрическим током следует:

1 Отключить лабораторный стенд или групповой автомат на щите, поставить в известность преподавателя.

2 Освободить пострадавшего от тока.

3 Меры первой помощи зависят от того, в каком состоянии находится пострадавший. Если он не лишился сознания. То необходимо обеспечить покой и срочно вызвать врача. Если пострадавший лишился сознания, но сохранилось дыхание, его надо удобно уложить, обеспечить покой, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт.

- При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом администрации учреждения, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее учебное учреждение.

- При коротком замыкании в электрических устройствах и их загорании, немедленно отключить их от сети, эвакуировать студентов из кабинета, сообщить о пожаре в ближайшую пожарную часть и приступить к тушению очага возгорания с помощью углекислотного огнетушителя или песком.

В случае применения грузопоршневого манометра при выполнении лабораторной работы

1 Перед началом работы студент должен:

1.1 Убедиться, что электрический шнур питания отключён от питающей сети.

1.2 Проверить исправность изоляции проводов.

1.3 Проверить возможность применения манометра по пределу измерения.

1.4 Сбросить давления в грузопоршневом манометре до нуля (вентиль резервуара открыт).

2 Во время работы студент должен:

2.1 Выполнить сборку схемы на грузопоршневом манометре.

2.2 Предъявить схему для проверки преподавателю.

2.3 Всякое рассоединения и переключения в схеме проводить только при выключенных рубильниках. Причём после пересоединения схему вновь предъявить для проверки преподавателю.

2.4 Обо всех включениях и переключениях предупреждать работающих в группе.

2.5 В случае неисправности приборов немедленно сообщить преподавателю, а не пытаться самому устранить неисправность.

2.6 При возгорании масла в грузопоршневом манометре использовать огнетушитель.

3 По окончании работы студент должен:

3.1 Отключить электропитание прибора (датчика).

3.2 Сбросить давление в грузопоршневом манометре до нуля (все вентили должны быть открыты).

3.3 Отключить нагревательное устройство.

4 Сдать рабочее место преподавателю.

В случае применения компрессора воздуха при выполнении лабораторной работы

1 Перед началом работы студент должен:

1.1 Убедиться, что автоматический выключатель компрессора воздуха отключён.

1.2 Проверить исправность изоляции проводов.

1.3 Проверить возможность применения каждого прибора (датчика) по пределу измерения.

1.4 Проверить плотность соединения пневмотрубок с каждым прибором (датчиком).

2 Во время работы студент должен:

2.1 Автоматический выключатель компрессора можно включать только после проверки схемы соединения преподавателем.

2.2 Давление в регуляторе изменять плавно, без резких рывков.

2.3 Приборы (датчики) можно отсоединять только при отключенном компрессоре.

2.4 В случае неисправности прибора (датчика) немедленно сообщить преподавателю, а не пытаться самому устранить неисправность.

3 По окончании работы студент должен:

3.1 Сбросить давление в регуляторе до нуля.

3.2 Отключить компрессор.

3.3 Убрать рабочее место.

3.4 Сдать рабочее место преподавателю.

В случае применения сосудов работающих под давлением при выполнении лабораторной работы

1 Перед началом работы студент должен:

1.1 Проверить внешним осмотром состояние сосудов.

1.2 Обо всех недостатках и неисправностях, обнаруженных при осмотре на

рабочем месте, доложить непосредственному руководителю для принятия мер к их полному устранению.

2 Во время работы студент должен:

- 2.1 Содержание сосудов в исправном состоянии;
- своевременное устранение выявленных неисправностей;
- проверить стыковочные места на герметичность обмыливанием.

2.2 Сосуды, в которых при осмотре выявлены трещины, вмятины, раковины и риски глубиной более 10% от номинальной толщины стенки, надрывы, выщербления, износ резьбы горловины должны быть выбракованы.

2.3 Работа с сосудом должна быть немедленно прекращена:

- если давление в сосуде поднялось выше разрешенного и не снижается, не смотря на меры принятые персоналом;
- при выявлении неисправности предохранительных устройств от повышения давления;
- при обнаружении в сосуде и его элементах, работающих под давлением, неплотностей, вздутий, разрыва прокладок;
- при неисправности манометра и невозможности определить давление по другим приборам;
- при неисправности предохранительных блокировочных устройств.

3 По окончании работы студент должен:

3.1 Привести в порядок рабочее место. Выключить оборудование. Убрать инструмент и приспособления в отведенное для них место. \

3.2 Об окончании работы и всех замечаниях, недостатках доложить непосредственному руководителю для принятия мер по их устранению.

Порядок выполнения лабораторных работ

Выполнение лабораторных работ позволит Вам выработать практические навыки по методике проведения опытов и обработке их результатов, а также научиться делать выводы об особенностях измерения средств измерений и

мехатронных устройств. Работа в бригадах по 3 человека поможет развить коммуникативность необходимую в трудовой деятельности.

В начале семестра Вы обязаны изучить правила техники безопасности при проведении лабораторных работ и расписаться в специальном Журнале.

Приступая к выполнению лабораторных работ, Вы должны внимательно изучить их методические указания. А именно разобраться с оборудованием и теоретическим положением по каждой работе, ознакомиться с требованиями техники безопасности и порядком выполнения работы, обратить внимание на содержание отчета и контрольные вопросы, ответы на которые можно найти в теоретическом положении соответствующих методических указаний, либо в литературе указанной в списке использованных источников.

В случае отсутствия на уроке по уважительной или неуважительной причине Вам потребуется найти время и выполнить пропущенную работу.

В процессе выполнения лабораторных работ предусмотрена самостоятельная внеаудиторная работа, включающая *математические расчеты, построение графиков, ответы на теоретические вопросы и т.п.*

Защита лабораторной работы

По итогам выполнения лабораторной работы проводится защита, представляющая собой устный ответ студента по теме лабораторной работы или выполнение индивидуального задания, например решение задачи.

Критерии оценки лабораторной работы

Оценка	Критерии
«Отлично»	<p>1. Правильно выполнена работа в полном объеме с соблюдением технологической последовательности эксперимента и техники безопасности.</p> <p>2 Проявляются организационно-трудовые умения, профессиональные и общие компетенции.</p> <p>3 Правильно производит подключение датчика (прибора).</p> <p>4Верно определяются метрологические параметры датчика (прибора), выполняется поверка и калибровка, с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием.</p> <p>5 Точно проведены технические расчёт, построены графики и сделаны выводы по результатам измерений и расчётов.</p>
«Хорошо»	<p>1. В ходе выполнения работы допущено два-три недочета или не более одной ошибки и одного недочета.</p> <p>2 В отчёте допущены неточности, выводы сделаны неполные.</p>
«Удовлетворительно»	<p>1 Работа выполняется правильно не менее, чем на половину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.</p> <p>2 Работа поначалу проведена с помощью преподавателя; или в ходе проведения эксперимента допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов.</p> <p>3 Допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию преподавателя.</p>
«Неудовлетворительно»	<p>1 Выполнил работу не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов.</p> <p>2 Опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.</p> <p>3 В ходе работы и в отчете обнаружилось в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3»</p> <p>4 Допускает две и более грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.</p>

Лабораторная работа №1

«Определение цены деления измерительного прибора по его шкале»

Учебная цель: изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторной работы, приобрести практические навыки и умения в процессе определения цены деления прибора.

Перечень оборудования: многопредельные приборы (Ц4342-M1; Ц43101).

Порядок выполнения работы:

- 1 Получить у преподавателя необходимое оборудование, инструменты.
- 2 Ознакомиться с прибором. Заполнить таблицу 1

Таблица 1 Технические данные приборов

Наименование	Тип	Предел измерения	Класс точности	Примечание

- 3 Выполнить в отчёте шкалу прибора.

4 Определить метрологические характеристики комбинированного прибора в зависимости от параметра измеряемой величины. Заполнить таблицу 2

Таблица 2 Метрологические параметры

Наименование, род тока	Предел измерения	Цена деления	Чувствительность	Класс точности	Максимальная абсолютная погрешность

- 5 Выполнить схему подключения прибора.

- 6 Сделать вывод по проделанной работе.

Краткие теоретические материалы

Комплекс нормируемых метрологических характеристик устанавливается таким образом, чтобы с их помощью можно было оценить погрешность измерений, осуществляемых в известных рабочих условиях эксплуатации посредством отдельных средств измерений или совокупности средств измерений, например автоматических измерительных систем.

Одной из основных метрологических характеристик измерительных преобразователей является *статическая характеристика преобразования* (иначе называемая *функцией преобразования* или градуированной характеристикой). Она устанавливает зависимость информативного параметра $y=f(x)$ выходного сигнала измерительного преобразователя от информативного параметра x входного сигнала.

Статическая характеристика нормируется путем задания в форме уравнения, графика или таблицы. Понятие статической характеристики применимо и к измерительным приборам, если под независимой переменной x понимать значение измеряемой величины или информативного параметра входного сигнала, а под зависимой величиной y – показание прибора.

Если статическая характеристика преобразования линейна, т.е., то коэффициент K называется *чувствительностью измерительного прибора(преобразователя)*. В противном случае под чувствительностью следует понимать производную от статической характеристики.

Важнейшей метрологической характеристикой средств измерений является погрешность. Результат любого измерения отличается от истинного значения физической величины на некоторое значение, зависящее от точности средств и методов измерения, квалификации оператора, условий, в которых проводилось измерение, и т. д. Отклонение результата измерения от истинного значения физической величины называется *погрешностью измерения*.

Поскольку определить истинное значение физической величины в принципе невозможно, т. к. это потребовало бы применения идеально точного средства измерений, то на практике вместо понятия истинного значения

физической величины применяют понятие *действительного значения измеряемой величины*, которое настолько точно приближается к истинному значению, что может быть использовано вместо него.

Содержание отчёта:

- 1 Тему, цель.
- 2 Таблицы 1, 2
- 3 Рисунок шкалы прибора;
- 4 Вывод о выполненной работе.

Контрольные вопросы:

- 1 Как определить допустимое отклонение от действительного значения?
- 2 Что такое градуированная характеристика прибора?
- 3 Дайте определение статической характеристики прибора
- 4 Как определяется погрешность измерения?
- 5 Для чего нужны нормирующие значения?

Лабораторная работа №2

«Определение метрологических характеристик прибора»

Учебная цель: приобрести практические навыки определения основных метрологических характеристик средств измерений.

Перечень оборудования: приборы: амперметры, вольтметры, ваттметры, манометры; штангенциркуль, линейка, транспортир, карандаш.

Порядок выполнения работы

- 1 Ознакомиться с прибором (прибор выдаётся преподавателем).
- 2 Записать технические данные приборов и оборудования в таблицу 1.

Таблица 1 Данные приборов и оборудования

Наименование средства измерения и обозначения	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки

3. Измерить габариты прибора и выполнить схему подключения прибора.
4. Расшифровать и записать в отчёт все знаки на панели прибора.
5. Определите максимальную абсолютную погрешность прибора.
- 6 Дайте определение отсчетного устройства (рисунок 2).
- 7 Выполнить расчёт шкалы прибора.

Цена деления шкалы (C) определяется по основной допустимой приведенной погрешности, соответствующей заданному классу точности.

$$C > [\gamma] \quad (1)$$

Окончательное значение цены деления должно быть выбрано из ряда:

$$C = (1; 2; 5) \cdot 10^m ; \quad (2)$$

где m – нуль или любое целое число.

Определяется необходимое деление шкалы:

$$n = \frac{A}{c} \quad (3)$$

где $A = A_{max} - A_{min}$ - предел показаний прибора, равный разности между наибольшим и наименьшим значением измеряемой величины.

В зависимости от типа проектируемого прибора задаётся ширина штрихов, a шкалы:

для стрелочных переносных приборов: $a = 0,1 \div 1,5$ мм

для стационарных (щитовых) приборов

$a = 0,2 \div 2,5$ мм – при близком расположении шкалы.

$a = 1,5 \div 5$ мм – при дальнем расположении шкалы.

Длина делений шкалы b с учетом наименьшей погрешности отсчета:

$$b = 10^a \quad (4)$$

Необходимая длина рабочей части шкалы:

$$L = b \cdot n \quad (5)$$

При шкале расположенной по дуге окружности, определяется радиус измерения шкалы (стрелки).

$$R = \frac{L}{\pi} \cdot \frac{280^\circ}{L_{ш}} \quad (6)$$

где $L_{ш}$ - рабочей части шкалы.

При $L_m = 90^\circ$ почти в три раза больше по площади, чем при $L_m = 270^\circ$.

Если величина R , полученная при расчете, окажется большой для проектируемого прибора, то переходят к спиральным или винтовым шкалам.

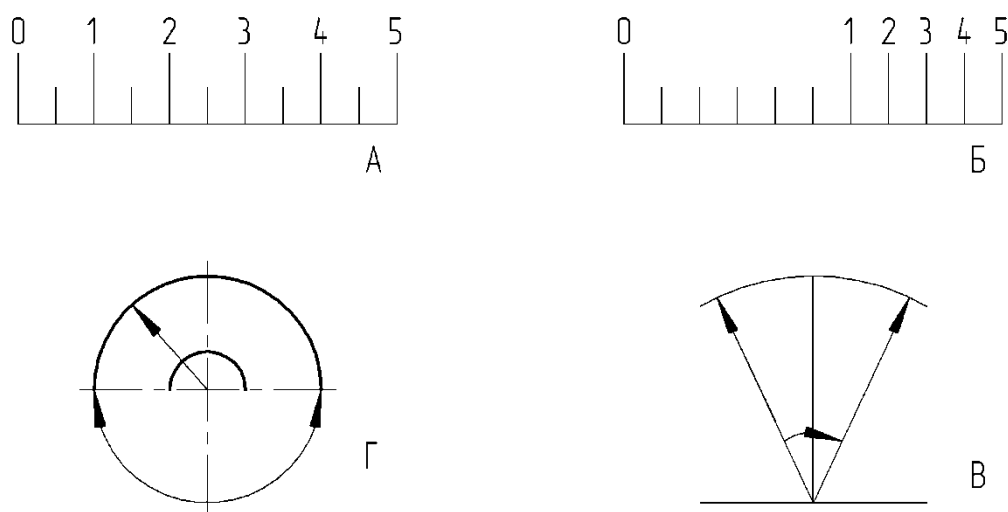


Рисунок 1

8 Сделать вывод о проделанной работе.

Краткие теоретические сведения

Все метрологические свойства (характеристики) можно разделить на две группы:

- свойства, определяющие область применения СИ;
- свойства, определяющие качество измерения.

Основными метрологическими характеристиками, определяющими свойства первой группы, являются диапазон измерений и порог чувствительности.

Диапазон измерений — область значений величины, в пределах которых нормированы допускаемые пределы погрешности. Значение величины, ограничивающее диапазон измерений снизу или сверху (слева и справа), называют соответственно нижним или верхним пределом измерений.

Порог чувствительности — наименьшее изменение измеряемой величины, которое вызывает заметное изменение выходного сигнала.

К метрологическим свойствам второй группы относятся три главных свойства, определяющих качество измерений: точность, сходимость и воспроизводимость измерений. Определения названных свойств приведены ранее.

В практике применения средств измерений широко используется такая характеристика, как класс точности.

Класс точности прибора определяется величиной его основной допускаемой приведенной погрешности, выраженной в процентах (γ).

Установлен следующий ряд классов точности: 0,005; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 1,5; 2,5; 4,0; 6,0.

Основная часть выпускаемых приборов имеет класс точности от 0,5 – 2,5%.

Лабораторные и эталонные приборы – от 0,005 до 0,5%.

Характеристика шкалы – основной параметр шкалы, определяющий зависимость отклонения указателя, связанного с подвижной системой прибора от значения измеряемой величины. Характеристика шкалы может быть выражена аналитически и графически.

В аналитической форме характеристика шкалы может быть представлена в виде одного из двух уравнений:

$$\alpha = f(x)$$

или

$$\delta = f(x)$$

где x – текущее значение измеряемой величины;

α , δ – угловое и прямолинейное перемещение указателя.

Графическая характеристика шкалы выражается в виде прямой или кривой (рис. 2).

Первая производная от характеристики шкалы называется – чувствительностью прибора.

Чувствительностью прибора – это отношение углового или линейного перемещения указателя, приходящегося на одно деление шкалы, т.е. к цене деления шкалы. $S = \alpha' (x)$

Вторая производная дает возможность графически исследовать характер изменения характеристики шкалы

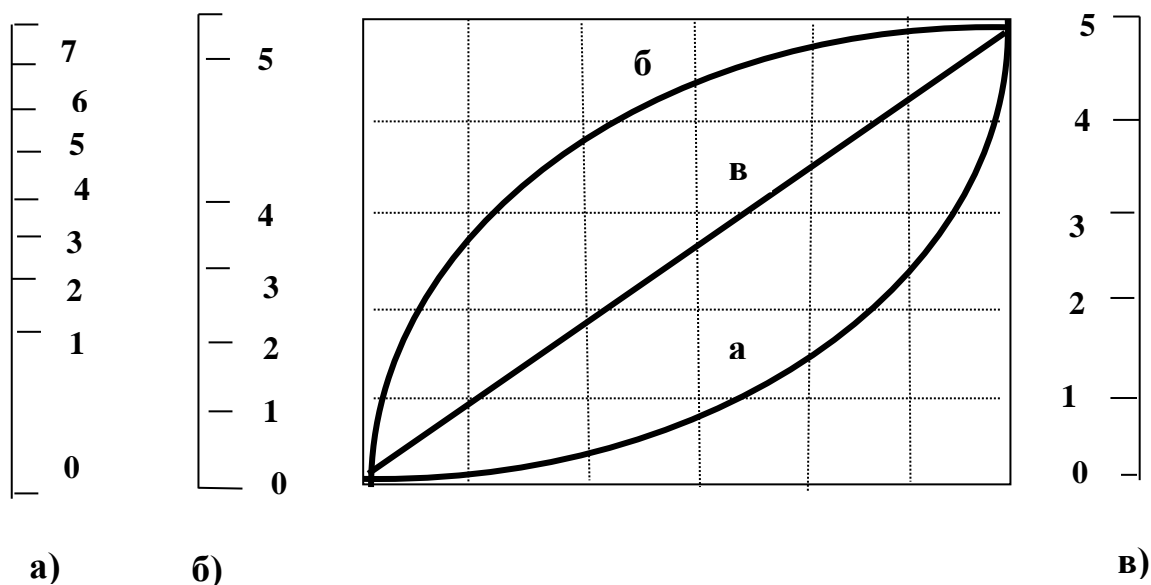


Рисунок 2 Графическая характеристика шкалы

Рассмотрим три возможных варианта:

1) $\alpha''(x) > 0$ (кривая «а»)

Характеристика шкалы криволинейная и ей соответствует неравномерная шкала, сжатая в начале и растянутая в конце. Чувствительность прибора возрастает с увеличением угла отсчета (амперметры для измерения повышенных значений пусковых токов).

2) $\alpha''(x) < 0$ (кривая «б»)

Характеристика шкалы криволинейная с выпуклостью в другую сторону, ей так же соответствует неравномерная шкала, но растянутая в начале и сжатая в конце. Чувствительность прибора уменьшается с увеличением угла отсчета (нулевые вольтметры для замера малых напряжений).

3) $\alpha''(x) = 0$ (прямая «в»)

Характеристика шкалы линейная. Чувствительность прибора постоянна в пределах всей шкалы, которая является равномерной.

Все остальные элементы шкалы рассчитывают в зависимости от класса точности прибора, его назначения и удобства эксплуатации.

Содержание отчета

- 1 Название и цель работы;
- 2 Рисунок шкалы прибора;
- 3 Таблицы 1, расчёт шкалы прибора.;
- 4 Графическая характеристика шкалы;
- 5 Выводы по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Перечислите метрологические показатели прибора.
- 2 Дайте характеристику шкале прибора?
- 3Перечислить стандартный ряд класса точности прибора.
- 6 Что такое класс точности средства измерения?
- 5 Как определить цену деления прибора?

Лабораторная работа №3

«Поверка логометра»

Учебная цель: изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторной работы, приобрести навыки методики выполнения поверки логометра магнитоэлектрического.

Перечень оборудования: логометр магнитоэлектрический, магазин сопротивления, инструменты, лабораторный стенд, мегаомметр.

Порядок выполнения работы

1 При проведении поверки следует выполнять операции, указанные в табл.1.

Таблица 1

Наименование операций	Обязательность проведения операций при:	
	выпуске из производства и ремонта	эксплуатации и хранении
1. Внешний осмотр	Да	Да
2. Проверка отклонения указателя логометра за начальную отметку шкалы или наличия сигнала при отключении питания логометра	Да	Да
3. Определение электрического сопротивления изоляции	Да	Нет
4. Проверка электрической прочности изоляции	Да	Нет
5. Определение времени успокоения подвижной части	Да	Нет
6. Определение погрешности установки указателя логометра на контрольную отметку	Да	Да
7. Определение основной погрешности и вариации показаний	Да	Да
8. Определение влияния наклона логометра на его показания	Да	Да
9. Определение несовпадения крайних линий сетки диаграммной бумаги с крайними отметками шкалы прибора	Да	Да
10. Определение основной погрешности записи и качества записи самопишущих логометров	Да	Да
11. Определение отклонения скорости движения диаграммной бумаги от заданной	Да	Да
12. Определение погрешности срабатывания регулирующего прибора	Да	Да
13. Определение зоны нечувствительности для регулирующих приборов	Да	Да

Наименование операций	Обязательность проведения операций при:	
	выпуске из производства и ремонта	эксплуатации и хранении
14. Определение влияния изменения напряжения питания логометра на его показания	Да	Нет

2 При проведении поверки следует применять *средства поверки*:

- образцовые или рабочие магазины сопротивления;
 - мегомметры;
 - секундомер;
 - вольтметр постоянного тока класса точности не ниже 0,5 для контроля питания логометров.
 - источники питания постоянного тока;
 - класс точности образцовых средств измерений, применяемых для поверки логометров, не должен превышать класса точности поверяемого логометра.
- Допускается применять другие средства поверки, характеристики которых удовлетворяют приведенным выше требованиям.

3 Условия поверки и подготовки к ней

1. Поверку логометров проводят в следующих условиях:
 температура окружающего воздуха в пределах 20 ± 2 °С;
 относительная влажность - не более 80%;
 напряжение питания должно соответствовать обозначенному на поверяемом логометре.

2. Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- логометр устанавливают в нормальное рабочее положение в соответствии с его описанием и маркировкой;
- логометр выдерживают во включенном состоянии не менее 10 мин;
- к логометру присоединяют образцовый магазин сопротивления или образцовый мост с магазином сопротивления,

все зажимы, предназначенные для подключения термометров сопротивления в многоточечных приборах, соединяют параллельно между собой.

4 Проведение поверки

1. Внешний осмотр. При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие логометра следующим требованиям: соответствие маркировки требованиям ГОСТ 9736; отметки и цифры на шкале должны быть четкими; взаимное расположение указателя и шкалы прибора должно соответствовать требованиям ГОСТ 22261, стекло, шкала и другие части прибора не должны иметь механических повреждений, влияющих на нормальную работу логометра; прибор не должен быть загрязнен; отклонение указателя за крайние отметки шкалы прибора должно быть не более 2 мм.

2. Определение электрического сопротивления изоляции токоведущих цепей поверяемого прибора относительно его корпуса, а также цепей между собой производят на постоянном токе с помощью мегомметра. Электрическое сопротивление изоляции должно соответствовать требованиям ГОСТ 9736.

3 Проверку электрической прочности изоляции логометров производят по методике, изложенной в ГОСТ 22261.

4 Определение времени успокоения подвижной части производят по методике, изложенной в ГОСТ 9736.

5 Определение основной погрешности и вариации показаний.

5.1 Основную погрешность и вариацию показаний определяет на всех числовых отметках шкалы поверяемого прибора по схеме (рис.1), при помощи образцового магазина сопротивления.

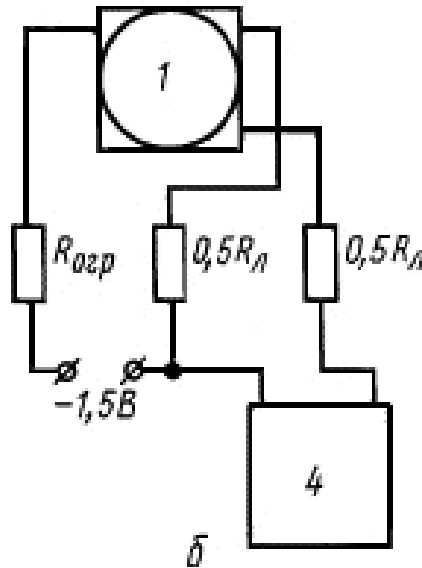
5.2 При помощи магазина сопротивления устанавливают указатель прибора на проверяемую отметку шкалы, плавно подводя его к проверяемой отметке слева и справа, определяя при этом, соответственно, сопротивления и температуру.

5.3 Основную погрешность прибора, в градусах, или в Омах, определяют как наибольшую из двух разностей, вычисляемых по формулам:

$$\Delta_1 = T_{гр} - T_{изм}; \quad (1)$$

$$\Delta_2 = R_{гр} - R_{изм} \quad (2)$$

где $R_{гр}$ - значение сопротивления в омах, соответствующее проверяемой отметке шкалы, взятое из градуировочных таблиц к термометрам сопротивления.



1 - логометр; 4 - образцовый магазин сопротивлений; - резистор, имитирующий сопротивление внешней цепи; - - резистор, имитирующий сопротивление, ограничивающее ток в цепи питания логометра;

Рисунок 1 Схемы подключения логометров к внешней цепи

Вариацию показаний (V) определяют как абсолютное значение разности значений ($T_{\uparrow} - T_{\downarrow}$).

5.4 Приведенную основную погрешность и приведенную вариацию определяют в процентах по формулам:

$$\delta = \frac{\Delta}{T_{к} - T_{н}} \cdot 100\%; \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{V}{T_{к} - T_{н}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где $T_{к}$ и $T_{н}$ - значения температуры, соответствующие конечной и начальной отметкам шкалы поверяемого прибора.

5.5 При поверке следует слегка постукивать по прибору для исключения трения его подвижной части.

6 Оформление результатов поверки

6.1 На логометры, признанные годными при поверке органами Госстандарта, выдают свидетельство установленной формы и наносят поверительное клеймо. Результаты поверки заносят в протокол по форме, приведенной в обязательном приложении.

6.2 Результаты первичной поверки предприятие-изготовитель или прибороремонтное предприятие оформляют записью в паспорте, заверенной в порядке, установленном предприятием.

6.3 Логометры, прошедшие поверку с отрицательными результатами, к выпуску в обращение и применению не допускаются.

Содержание отчета

- 1 Тема, цель, оборудование
- 2 Поверочная схема
3. Протокол
- 4 Результаты поверки и расчёты

Контрольные вопросы

- 1 Последовательность подготовки прибора к поверке
2. Что должно быть указано на приборе
3. Средства поверки
- 4 Проведение поверки

Приложение

протокол

Дата _____
 поверки логометра типа _____ N _____
 градуировки _____ с пределами измерений от _____
 до _____ класса _____ представленного

Поверка производилась по:
 Образцовому мосту N _____
 Образцовому магазину сопротивления N _____
 Результаты внешнего осмотра _____

Результаты поверки

Показания образцового прибора	Сопротивление по градуировочной таблице	Показания поверяемого прибора		Основная погрешность поверяемого логометра	
		Прямой ход	Обратный ход	Вариация	Предел допускаемой погрешности

Поверку проводил _____
 (Подпись)

Лабораторная работа №4

«Поверка манометра»

Учебная цель: изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторной работы с использованием грузопоршневого манометра, приобрести навыки методики поверки манометра

Перечень оборудования: грузопоршневой манометр, образцовый и технический манометр, отвёртка.

Порядок выполнения работы:

1 Операция поверки

При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции:

- 1) Внешний осмотр;
- 2) Опробование;
- 3) Определение основной погрешности преобразователя;
- 4) Определение вариации выходного сигнала преобразователя;
- 5) Оформление результатов.

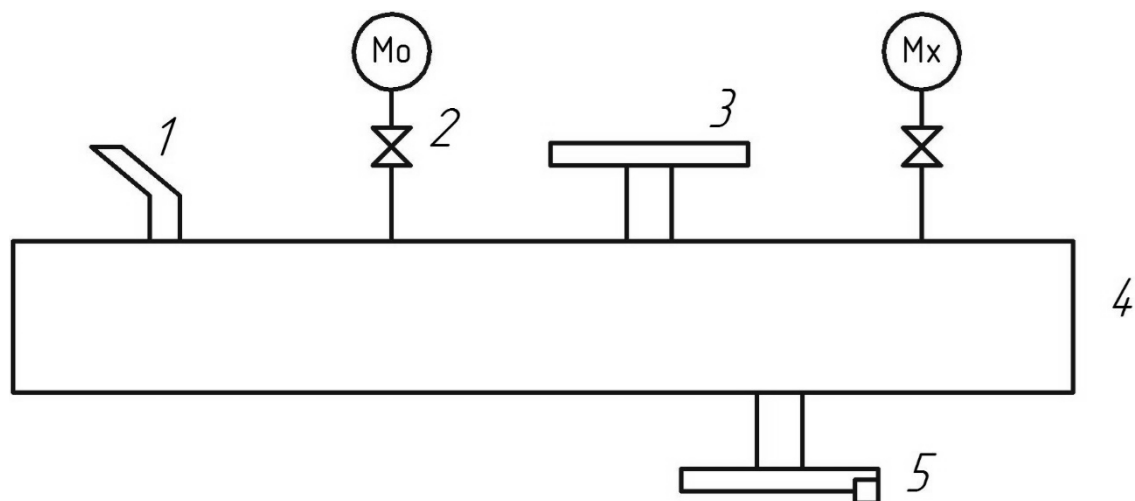
2. Средства поверки

При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 1, заполните основные метрологические характеристики.

Таблица 1 Средство поверки

Наименование средства поверки и обозначение НТД	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки
Манометр грузопоршневой	
Манометр образцовый	

3 Собрать испытательную установку по рисунку 1



1-Ручка грубой регулировки давления;2- Вентиль;3- Грузовая колонка;4- Основание грузопоршневого манометра;5 Штурвал точной регулировки давления; М1, М2- образцовый и технический манометры;
Рисунок 1 Испытательная установка

Операции, проводимые при поверки, должны соответствовать указанным в табл. 2

Таблица 2

Операции	Содержание
Правила приёмки	Правила приёмки манометров устанавливает производитель в нормативном документе на манометры конкретного типа. Периодичность испытания, как правило, проводят один раз в год и определяется надёжностью прибора.
Опробование	При опробовании должно быть установлено соответствие приборов следующим требованиям: - соединение корпуса со штуцером должно быть прочным, исключающим их смещение; - корректор нуля должен обеспечивать перемещение стрелки в каждую сторону от нулевой отметки не менее чем на: а) 4 условные единицы после изготовления или ремонта прибора; б) 2 условные единицы в остальных случаях; у приборов без корректора нуля стрелка должна находиться на нулевой отметке с допустимым отклонением в условных единицах, не превышающим предела допускаемой основной погрешности.
Методы испытаний	Основную погрешность манометров определяют как максимальную разность между показаниями манометра и опорным (действительным) значением измеряемого давления в соответствующей проверяемой точке, определяемого по эталону, одним из следующих способов: заданное опорное давление устанавливают по эталону, а показания отсчитывают по проверяемому манометру; отсчет показаний манометра класса точности 0,6 следует проводить не менее чем на восьми значениях давления; классов точности 1; 1,5; 2,5; 4 и 1-0,6-1; 1,5-1-1,5; 2,5-1,5-2,5; 4-2,5-4 - не менее чем на пяти значениях давления. При проверке манометров давление плавно повышают и проводят отсчет

Операции	Содержание
	показаний на заданных проверяемых отметках шкалы или дисплея. На верхнем пределе измерений манометры выдерживают под давлением в течение 5 мин. После этого давление плавно понижают. Проверку манометров и отсчет показаний проводят при тех же значениях давления, что и при повышении. Проводят две серии измерений. Полученные результаты заносят в протокол по форме справочного приложения I. Между сериями приборы выдерживают без давления в течение 5 мин.
Выбор эталона	пределы допускаемой основной абсолютной погрешности эталона должны быть не более 0,25 пределов допускаемой основной абсолютной погрешности проверяемого манометра.

4 Выбрать к техническому манометру образцовый по диапазону измерения и классу точности. Диапазон измерений образцового прибора должен обеспечивать выполнение следующих условий:

$$(p_0)_в \geq p_в \quad (1)$$

где $(p_0)_н$ и $(p_0)_в$ – нижний и верхний пределы измерений образцового прибора;

$p_в$ – верхний предел измерений градуируемого прибора.

4.1 При выборе образцового прибора должно быть соблюдено следующее условие:

$$\frac{\Delta_0}{p_в} \cdot 100 \leq \alpha_p \cdot \gamma \quad (2)$$

где Δ_0 – предел допускаемой абсолютной погрешности образцового прибора в тех же единицах, что и $p_в$;

α_p – отношение предела допускаемой погрешности образцового прибора к пределу допускаемой погрешности градуируемого прибора ($\alpha_p \leq 0,4$);

γ – предел допускаемой основной погрешности поверяемого прибора в процентах от верхнего предела измерений.

4.2 Уровень жидкости в газожидкостной разделительной камере должен находиться в одной горизонтальной плоскости с уровнем измерений давления образцовым прибором с допускаемой погрешности ± 2 мм.

5 Подготовка к поверке

5.1 Поверяемый и образцовый приборы подключают к устройству для создания давления в положение, соответствующее обозначению на его корпусе. При отсутствии такого обозначения ось штуцера прибора должна быть вертикальна с допустимым отклонением, не превышающим 5° .

5.2 Стрелку прибора, имеющего корректор нуля, устанавливают на нулевую отметку шкалы.

5.3 Герметичность поверяемого прибора и его уплотнение проверяют под давлением, путем перекрытия вентиля в магистрали прибора. Прибор и уплотнение считают герметичными, если его показания через 2 минуты после установления давления в течение 3 минут не уменьшаются более чем на 2 %.

5.4 Число поверяемых точек шкалы должно быть не менее 8. Определить равномерность интервалов давления по всей шкале прибора по данным поверки.

5.5 Значения давления задают по образцовому прибору. Каждая серия содержит измерения на прямом (повышение давления) и обратном (понижение давления) ходах. Между прямым и обратным ходом прибор выдерживают под давлением в течение времени t , устанавливаемого при заказе на выполнение поверки. Если это время в заказе не оговорено, то оно принимается равным 5 мин. Время t должно быть указано в протоколе, оформляемом по результатам поверки.

5.6 Приведенную основную погрешность и приведенную вариацию определяют в процентах по формулам:

$$\delta = \frac{\Delta}{P_{\text{в.п.}}} \cdot 100\%; \quad (3)$$

$$\gamma = \frac{V}{P_{\text{в.п.}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где $P_{\text{в.п.}}$ - верхний предел измерения поверяемого манометра

При несоответствии прибора любому требованию, операцию соответствующего пункта повторяют. Если и в этом случае прибор не соответствует требованиям, то прибор бракуют.

6 Оформление результатов поверки

К приборам, удовлетворяющим требованиям рекомендации, прилагают протокол поверки (приложение 1).

Краткие теоретические сведения

Перед проведением поверки прибор выдерживают при температуре окружающего воздуха в помещении для градуирования не менее:

12 ч - при разнице температур воздуха в помещении для градуирования и местом, откуда вносится прибор, более 10 °С;

1 ч - при разнице температур воздуха в помещении для градуирования и местом, откуда вносится прибор, от 1 до, 10 °С;

При разнице указанных температур менее 1 °С, выдержка не требуется. - проверяется цело

При поверке, как правило, проводят один цикл нагружения манометра, а при испытаниях в целях утверждения типа и при калибровке манометров проводят несколько циклов нагружения манометров, как правило пять циклов, испытательным давлением вверх и вниз от нулевого до максимального значения и обратно. Это позволяет рассчитать составляющие погрешности и инструментальной неопределенности показаний манометра: нелинейность, гистерезис и сходимость (повторяемость). Погрешность гистерезиса определяют как разность между вариацией и зоной нечувствительности. Зону нечувствительности определяют в трех точках диапазона показаний: от 5% до 15%, от 45% до 55%, от 85% до 95% - на трех (предпочтительно на пяти) циклах в каждой из трех точек. Испытание проводят следующим образом: входное давление медленно увеличивают и фиксируют значение входного давления, вызвавшее заметное изменение показаний манометра; затем входное давление медленно уменьшают и фиксируют значение входного давления, вызвавшее заметное изменение показаний.

Обязательной первичной и периодической поверке подлежат манометры, используемые в сфере Государственного регулирования. Другие манометры могут быть поверены на добровольной основе. Основными документами,

регламентирующими поверку манометров, являются: приказ Минпромторга и методики поверки на конкретные манометры, утвержденные в установленном порядке. На манометр, признанный годным к применению, наносят отметку о поверке (наклейку или оттиск поверочного клейма) и (или) выдают свидетельство о поверке. Поверительное клеймо может быть в виде специальной наклейки.

Содержание отчета

- 1 Название и цель работы.
- 2 Таблица 1
- 3 Порядок поверки.
- 4 Поверочная схема.
- 5 Результаты измерений и расчётов таблица П1 (приложение)
- 6 Протокол

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите основные этапы поверки.
2. Перечислите метрологические показатели прибора
3. Как осуществить подготовку измерительного прибора к поверке?
- 4 Как проводится калибровка прибора?
- 5 Что такое вариация показаний прибора?

Таблица П1 Результаты измерения

Нормальн ые значения давления,	Показания поверяемо го прибора, кгс/см ²		Среднее значение показаний	Абсолютна я погрешнос ть	Приведённ ая погрешнос ть	Вариация выходного сигнала
кгс/см ²	пр. ход.	обр. ход.	кгс/см ²	кгс/см ²	%	%

ПРОТОЛ № _____

поверка деформационного _____
 № _____ с верхним пределом измерения _____
 изготовленного _____
 и принадлежащего _____
 Класс точности _____ Рабочая среда _____
 (газ, жидкость)

Поверка производилось по _____

№ _____ класс точности _____, _____ разряда, типа _____
 _____ с верхним пределом измерений _____

Лабораторная работа №5

«Калибровка и поверка измерительного преобразователя давления с пневматическим унифицированным сигналом»

Учебная цель: изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторной работы с применением сосудов работающих под давлением; приобрести навыки методики выполнения калибровки и поверки измерительного преобразователя давления с пневматическим унифицированным сигналом.

Перечень оборудования: грузопоршневой манометр, образцовый и технический манометр, отвёртка, преобразователь давления измерительный с пневматическим аналоговым выходным сигналом ГСП, разводной ключ.

Порядок выполнения работы

1 Ознакомиться с приборами и оборудованием, используемыми в работе, записать их технические данные в таблицу 1.

Таблица 1 Средства поверки

Наименование средства поверки и обозначение	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки
Манометр грузопоршневой МП-60	
Манометр образцовый (М2)	
Манометр М1	
Манометр М2	
Компрессор	

При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции:

1 Внешний осмотр

2 Опробование

3 Определение основной погрешности преобразователя

4 Определение вариации выходного сигнала преобразователя

5 Оформление результатов

2 Испытания проводят при следующих условиях:

рабочее положение - в соответствии с техническими условиями на датчики конкретных типов;

температура окружающего воздуха:

для испытаний должна быть температура $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$;

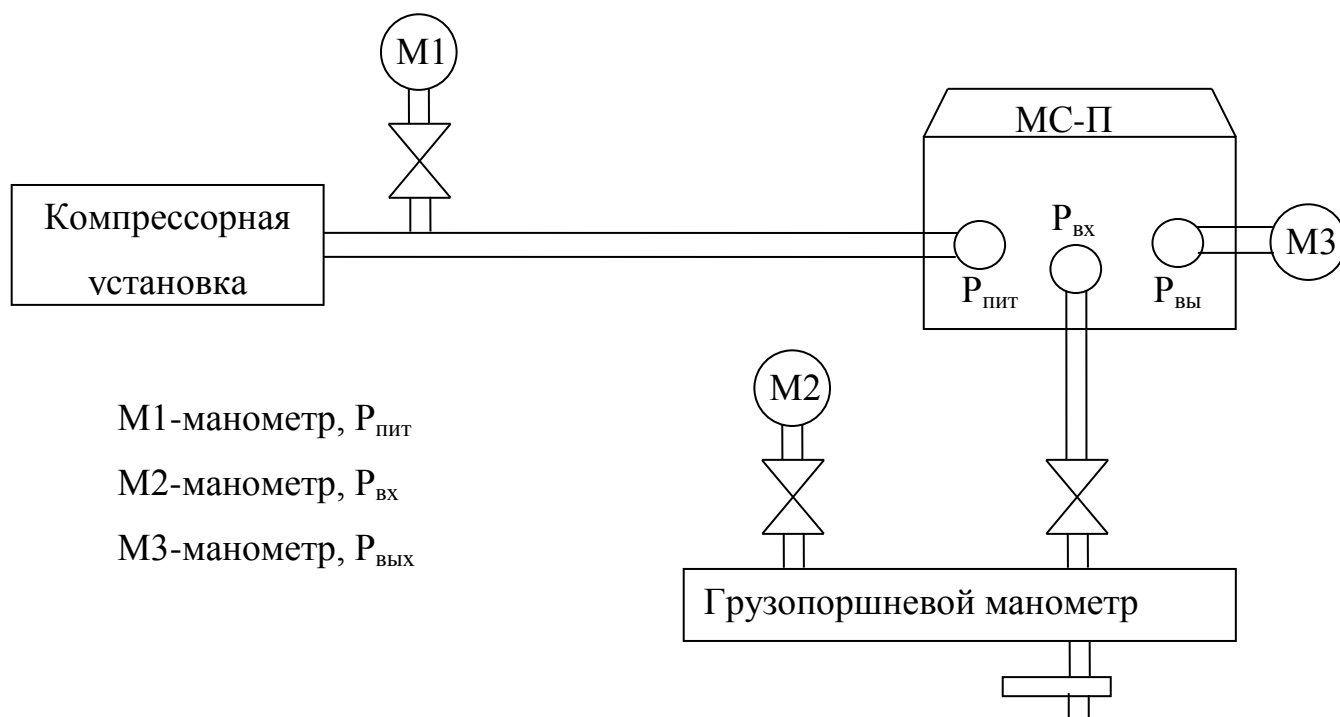
выдержка датчика при установленной температуре - не менее 2ч;

относительная влажность от 30 до 80%;

атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм.рт.ст.);

выдержка датчика перед началом испытаний после включения питания должна быть не менее 30 мин;

3 Собрать испытательную установку по рисунку .1.



M1 - манометр, $P_{\text{вх}}$; M2 -манометр, $P_{\text{дит}}$; M3 - манометр, $P_{\text{вых}}$.

Рисунок 1 - Испытательная установка.

4 Настроить измерительный преобразователь давления с помощью корректора нуля, устанавливаем на начальные значения давления: при $P_{\text{вх}} = 0$, $P_{\text{вых}} = 0,02 \text{ МПа}$ ($0,2 \text{ кгс/см}^2$). С помощью подвижной опоры грузопоршневого манометра установить выходное давление $P_{\text{вых}} = 0,1$

МПа (кгс/см²), соответствующее верхнему пределу измерения давления $P_{\text{вх max}}$.

Поверить измерительный преобразователь давления, изменяя давление $P_{\text{вх}}$.

$$P_{\text{вх}} = (0, 20, 40, 60, 80, 100) \% \cdot P, \quad (1)$$

где P - верхний предел измерений преобразователя ($P_{\text{вх.max}}$).

5 Результаты измерений занести в таблицу 2.

6 Определение основной погрешности и вариации:

6.1 Установкой по образцовому прибору номинальных значений измеряемой величины на входе датчика и измерением по другому образцовому прибору выходного сигнала датчика;

Расчетное значение выходного давления измерительного преобразователя давления:

$$P_{\text{р.вых}} = 0,2 + \frac{0,8 \cdot P}{P_{\text{в.н.}}} \quad (2)$$

где P - значение измеряемого давления ($P_{\text{вх}}$), кгс/см²;

$P_{\text{в.н.}}$ - верхний предел измерений давления ($P_{\text{вх max}}$), кгс/см².

Относительная погрешность:

$$\gamma = \frac{P_{\text{р.вых}} - P_{\text{вых}}}{P_{\text{р.вых}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где $P_{\text{р.вых}}$ - расчетное значение выходного давления преобразователя, кгс/см²

$P_{\text{вых}}$ - показание образцового прибора (из $P_{\text{вых}} \uparrow$ и $P_{\text{вых}} \downarrow$ берется худшее значение), кгс/см².

Вариация показаний прибора:

$$\gamma_{\text{в}} = \frac{P_{\text{вых}} \uparrow - P_{\text{вых}} \downarrow}{P_{\text{в.н.}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где $P_{\text{вых}} \uparrow$ и $P_{\text{вых}} \downarrow$ - показания образцового манометра в поверяемой точке при прямом и обратном ходе, кгс/см².

6.2 Основную погрешность определяют как максимальное отклонение действительных значений от расчетных.

При приемо-сдаточных испытаниях основную погрешность определяют по результатам измерений в течение одного цикла нагружения не менее чем при пяти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, включая граничные значения диапазона измерения.

Вариацию выходного сигнала определяют как разность между значениями или средними значениями выходного сигнала, соответствующими одному и тому же значению измеряемой величины, полученными отдельно при прямом и обратном ходе.

Таблица 2. Результаты измерения и расчётов

№ П/П	Показания образцового прибора	Показания поверяемого прибора		Расчётное давление	Относительная погрешность	Вариация
	$P_{вх}$, кгс/см ²	$P_{вых} \uparrow$, кгс/см ²	$P_{вых} \downarrow$, кгс/см ²	$P_{р\text{ вых}}$, кгс/см ²	γ , %	$\gamma_{в}$, %

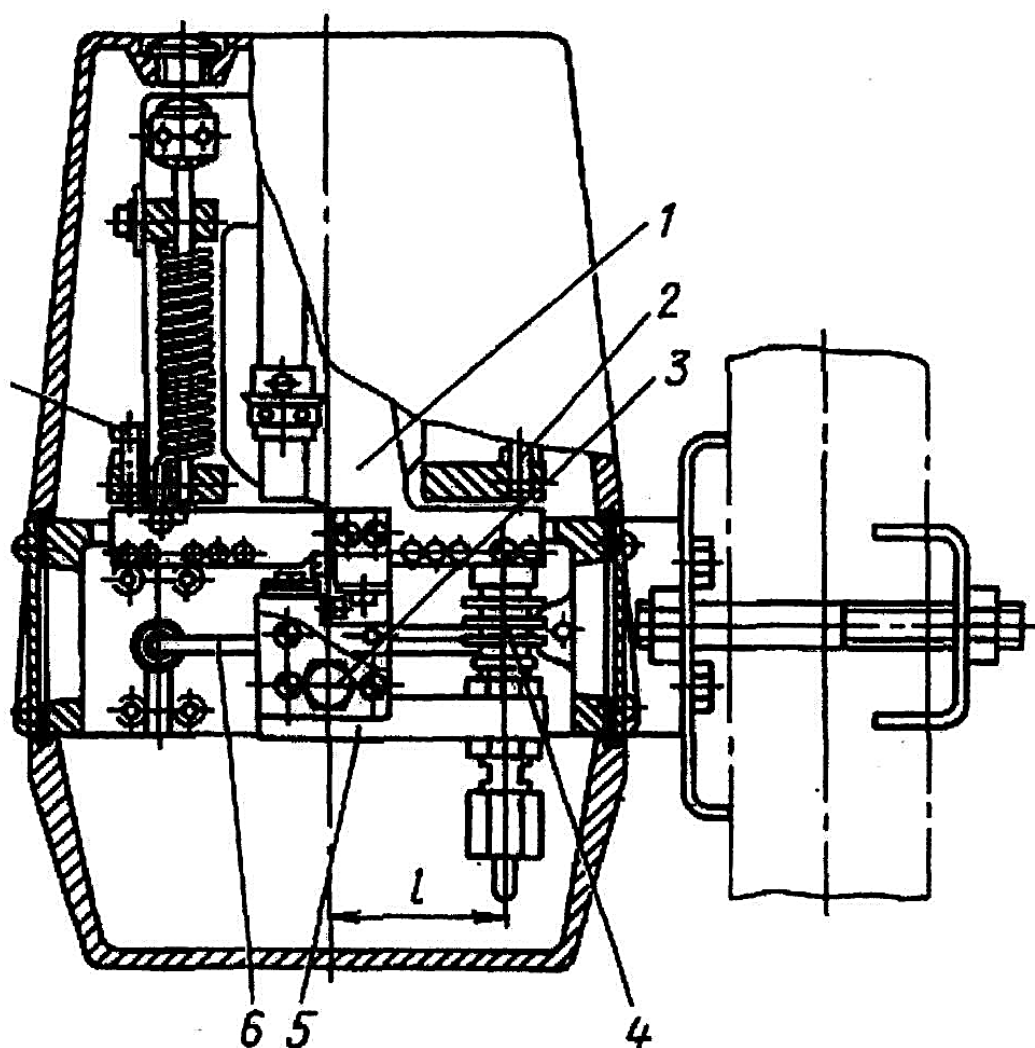
Краткие теоретические сведения

Преобразователи давления измерительные с пневматическим выходным сигналом входят в общий комплекс унифицированной системы взаимозаменяемых компенсационных преобразователей ГСП.

Преобразователи предназначены для непрерывного преобразования давления (абсолютного, избыточного или вакуумметрического) в пропорциональный пневматический унифицированный сигнал для дистанционной передачи.

Принцип действия преобразователей основан на пневматической силовой компенсации. Измеряемое давление преобразуется на чувствительном элементе измерительного блока в пропорциональное усилие, которое автоматически

уравновешивается усилием, развиваемым давлением сжатого воздуха в сильфоне обратной связи. Это давление является выходным сигналом преобразователя.



1 — рычаг Т-образный; 2-упор; 3- болт конический; 4-узел чувствительного элемента (узел сильфона); 5-кронштейн; 6-трубка

Рисунок 2 - Преобразователь избыточного давления типа МС-П2

Преобразователи используются в комплекте со вторичными приборами, регуляторами и другими устройствами автоматики.

В манометре сильфонного типа МС-П2 (рисунок 2) узел чувствительного элемента 4 непосредственно воздействует на Т-образный рычаг 1 преобразователя пневмосилового. Усилие, передаваемое на преобразователь пневмосиловой, пропорционально произведению эффективной площади сильфона на воздействующее на него давление.

Содержание отчета:

- 1 Название темы и цель работы.
- 2 Технические данные приборов и оборудования (таблица 1).
- 3 Схема испытательной установки.
- 4 Результаты измерений и расчетов (таблица 2).
- 5 График статистической характеристики $P_{\text{вых}} = f(P_{\text{вх}})$
- 6 Заключение

Контрольные вопросы

- 1 Настройка измерительного преобразователя давления с пневматическим сигналом.
- 2 Методика поверки измерительного преобразователя давления.
- 3 Метрологические характеристики измерительного преобразователя давления.
- 4 Область применения измерительного преобразователя с пневматическим сигналом.

Таблица П1

Предел допускаемой основной погрешности, %	Дополнительная погрешность, %, вызванная	
	изменением температуры окружающего воздуха на каждые 10°C	отклонением давления воздуха питания от его номинального значения на ± 14 кПа
$\pm 0,25$	$\pm 0,25$	$\pm 1,0$
$\pm 0,40$	$\pm 0,35$	
$\pm 0,50$	$\pm 0,45$	
$\pm 0,60$	$\pm 0,50$	
$\pm 1,0$	$\pm 0,60$	
$\pm 1,5$	$\pm 0,75$	

Маркировка

На корпусе датчика или прикрепленной к нему табличке должны быть нанесены: товарный знак или наименование предприятия-изготовителя; наименование и (или) тип датчика; исполнение датчика; год выпуска;; государственный знак качества, присваиваемый в установленном порядке; пределы измерения (с указанием единиц измерения); предельно допускаемое рабочее избыточное давление для датчиков разности давлений; параметры питания; верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала.

Допускается указывать другие данные, характеризующие датчик, а также применять условные обозначения и сокращения

Лабораторная работа №6

«Поверка датчика давления»

Учебная цель: изучить инструкцию по технике безопасности при выполнении лабораторной работы с использованием грузопоршневого манометра, приобрести навыки методики поверки датчика давления.

Перечень оборудования: грузопоршневой манометр, образцовый манометр, миллиамперметр с классом точности 0,5, источник питания напряжением 36В, магазин сопротивления, отвёртка, разводной ключ, пассатижи.

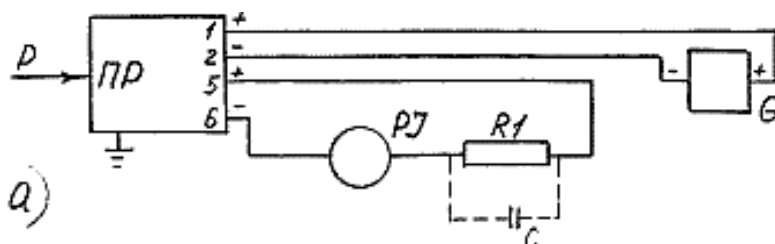
Порядок выполнения работы:

1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 1, заполните основные метрологические характеристики.

Таблица 1 - Средства поверки

Наименование средства поверки и обозначение	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки
Манометр грузопоршневой МП-60	
Манометр образцовый	
Магазин сопротивления	
Миллиамперметр образцовый	

2 Собрать схему установки по рисунку 1.



ПР - поверяемый преобразователь - R1 - магазин сопротивления; P - измеряемый параметр (C - конденсатор емкости от 6 до 15 нФ и от 15 до 40 нФ для преобразователей с верхним предельным значением выходного сигнала 5 и 20 мА, соответственно. (конденсатор C допускается не устанавливать).

Рисунок 1- Схема включения преобразователя

3 Порядок проведения поверки средств измерений

При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены следующие операции:

- 1) Внешний осмотр
- 2) Опробование
- 3) Определение основной погрешности преобразователя
- 4) Определение вариации выходного сигнала преобразователя
- 5) Оформление результатов

4 Условия поверки и подготовка к ней. При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- 1) температура окружающего воздуха 23 ± 2 °С;
- 2) относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- 3) давление в помещении, где проводят поверку (далее атмосферное давление) от 84 до 106,7 кПа

4) колебания давления окружающего воздуха, влияющие на результаты сравнения выходного сигнала поверяемого преобразователя и соединенного с ним образцового СИ, должны отсутствовать;

5) Вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля, кроме земного, влияющие на работу преобразователя, должны отсутствовать;

6) напряжение питания постоянного тока $(36 \pm 0,72)$ В;

Пульсация напряжения не должна превышать $\pm 0,5$ % значения напряжения питания;

7) сопротивление нагрузки

(500 ± 50) Ω - при поверке преобразователей с предельными значениями выходного сигнала 0 и 20 или 4 и 20 мА;

(1200 ± 50) Ω - при поверке преобразователей с предельными значениями выходного сигнала 0 и 5 мА;

8) рабочая среда для преобразователей с верхними пределами до 2,5 МПа включительно - воздух или нейтральный газ, более 2,5 МПа - жидкость;

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

- преобразователь должен иметь паспорт;

- на преобразователе должна быть табличка с маркировкой, соответствующей паспорту;
- должна быть обеспечена возможность снятия крышки, закрывающей устройство регулировки нуля, клеммы контроля и колодку внешних соединений;
- резьбы на присоединительных элементах не должны иметь сорванных ниток.

5.2 Опробование

1 При опробовании проверяют работоспособность преобразователя, функционирование корректора нуля, герметичность преобразователя.

2 Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя измеряемое давление от нижнего предельного значения до верхнего. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала.

3 Функционирование корректора нуля проверяют, задав одно (любое) значение измеряемого давления. Корректор нуля поворачивают по часовой стрелке. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала. Затем корректор нуля поворачивают против часовой стрелки. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала в противоположную сторону.

6 Определение основной погрешности

6.1 Основную погрешность определяют следующими способами:

- по образцовому СИ на входе преобразователя устанавливают измеряемый параметр, равный номинальному, а по другому образцовому СИ измеряют значение выходного сигнала;
- по образцовому СИ на выходе преобразователя устанавливают расчетное значение выходного сигнала, соответствующее номинальному значению измеряемого параметра, а по другому образцовому СИ измеряют значение этого параметра на входе преобразователя;
- сравнением выходных сигналов проверяемого преобразователя и расчётного значения.

6.2 Расчетные значения выходного сигнала поверяемого преобразователя в микроамперах для заданного номинального значения измеряемого параметра P определяют по формуле, мА:

$$I_p = \frac{P}{P_{max}} (I_{вых} - I_0) + I_0, \quad (1)$$

где P_{max} - верхний предел измерений для преобразователей избыточного давления, разрежения и абсолютного давления, кПа;

P – измеренное значение входного давления, снятое по образцовому прибору кПа.

6.3 Основную погрешность определяют при пяти значениях измеряемой величины, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерений, в том числе при значениях измеряемой величины, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала. Интервал между значениями измеряемой величины не должен превышать 30 % диапазона измерений.

Абсолютная погрешность рассчитывается по формуле, мА

$$\Delta I = I_p - I_{изм}, \quad (2)$$

Относительная погрешность определяется по формуле, %

$$\delta = \frac{\Delta I}{I_{дейс}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где I_N - нормирующее значение $I_N = I_{max} - I_0$

Основную погрешность определяют при значении измеряемой величины, полученной при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе). Перед поверкой при обратном ходе преобразователь выдерживают в течение 1 мин под воздействием верхнего предельного значения измеряемого параметра, соответствующего предельному значению выходного сигнала.

6.4 Определение вариации

Вариацию выходного сигнала в % нормирующего значения вычисляют по формулам:

$$\gamma_r = \left| \frac{I \uparrow - I \downarrow}{I_{max} - I_0} \right| \cdot 100\% \quad (4)$$

где $I \uparrow$ и $I \downarrow$ – измеренные значения выходного сигнала на одной и той же точке при измерении на выходе тока соответственно при прямом и обратном ходе, mA ;

7 Оформление результатов поверки

7.1 Положительные результаты первичной поверки измерительных преобразователей давления оформляют записью в паспорте (раздел «Свидетельство о приемке»), заверенной поверителем и удостоверенной оттиском клейма.

7.2 При отрицательных результатах поверки измерительные преобразователи давления бракуют. При периодической государственной поверке выдают извещение о непригодности.

Краткие теоретические сведения

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы.

Преобразователи должны быть выдержаны при температуре, лаборатории, не менее $3h$, если время выдержки не указано в техническом описании и инструкции по эксплуатации;

выдержка преобразователя перед началом испытаний после включения питания должна быть не менее $0,5h$;

преобразователи должны быть установлены в рабочее положение с соблюдением указаний технического описания и инструкции по эксплуатации;

система, состоящая из соединительных линий, образцовых СИ и вспомогательных средств, для задания и передачи измеряемого параметра при необходимости должна быть проверена на герметичность.

Систему считают герметичной, если после трехминутной выдержки под давлением, равным верхнему пределу измерений, в течение последующих 2 *мин* в ней не наблюдают падение давления (разрежения).

Положительные результаты периодической государственной поверки измерительных преобразователей давления оформляют выдачей свидетельства о государственной поверке. Положительные результаты периодической ведомственной поверки оформляют в порядке, установленном ведомственной метрологической службой.

Содержание отчета

- 1 Тема. Цель
2. Таблица 1
- 3 Порядок поверки.
- 4 Поверочная схема.
- 5 Результаты измерений и расчётов таблица (приложение)
- 6 Заключение

Контрольные вопросы

- 1 Перечислить основные этапы поверки.
2. Перечислить метрологические показатели прибора.
3. Как осуществить подготовку измерительного прибора к поверке?
- 4 Нарисуйте поверочную схему прибора.
5. Что такое класс точности средства измерения?

Таблица П1 - Данные результатов измерений и расчетов

№ п/п	Показания образцового манометра	Показания амперметра		Расчетны й ток	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
	P, кгс/см²	I_↑, mA	I_↓, mA	I_p, mA	ΔI, mA	δ, %

Лабораторная работа №7

«Поверка сужающего устройства»

Учебная цель: приобрести навыки выполнения поверки первичного измерительного преобразователя для измерения объёмного расхода, по методу переменного перепада давления диафрагмы.

Перечень оборудования: штангенциркуль, линейка, диафрагма.

Порядок выполнения работы

1 *Операции поверки СУ.* При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр;
- определение диаметра и длины цилиндрической части отверстия;
- определение плоскостности входного торца;
- определение шероховатости поверхностей входного и выходного торцов;
- проверка остроты кромки;
- определение наружного диаметра диафрагмы D_2 ;
- определение толщины диафрагмы E_d

2 Средства поверки СУ

Наименование средства поверки и обозначение НД	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки
Микроскоп универсальный (инструментальный) по ГОСТ 8.074-82 с приставкой УЦП - 1М	Диапазон измерения 10 мм. Точность перемещения 0,001 мм.
Нутромеры индикаторные специальные, оснащенные индикатором 1 МИГ и П МИГ по ГОСТ 577-68	Цена деления 0,002 мм, верхний предел измерений 2мм.
Микрометрический нутромер фирмы «MIGMATIC»	Погрешность не более 0,005 мм.
Набор принадлежностей к плоскопараллельным мерам длины по ГОСТ 4119-76	
Электронный штангенциркуль фирмы «MIGMATIC»	Цена деления 0,01 мм.
Линейки поверочные типа ЛД по ГОСТ 8026-92	Класс точности 1,0.
Специальные аттестованные образцы шероховатости поверхностей, или стандартные образцы по ГОСТ 9378-93, или профилометры	
Штангенциркули по ГОСТ 166-80	Шц П с отсчетом по нониусу 0,05 мм.
Микрометры гладкие по ГОСТ 6507-78	Класс точности 1 и 2.

Наименование средства поверки и обозначение НД	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки
Примечание: Допускается применение других средств поверки с метрологическими характеристиками, не уступающими указанным в таблице	

3 Проведение поверки диафрагмы

3.1 При внешнем осмотре визуально устанавливают отсутствие заусенцев и рисок на цилиндрической части отверстия d_{20} .

3.1.1 Проверяют соответствие маркировки указанной в паспорте диафрагмы.

3.2 Определение диаметра d_{20} и длины (e) цилиндрической части отверстия

3.2.1 За действительное значение d_{20} принимают среднее арифметическое значение результатов измерений четырех диаметров, расположенных друг к другу под приблизительно равными углами 45° .

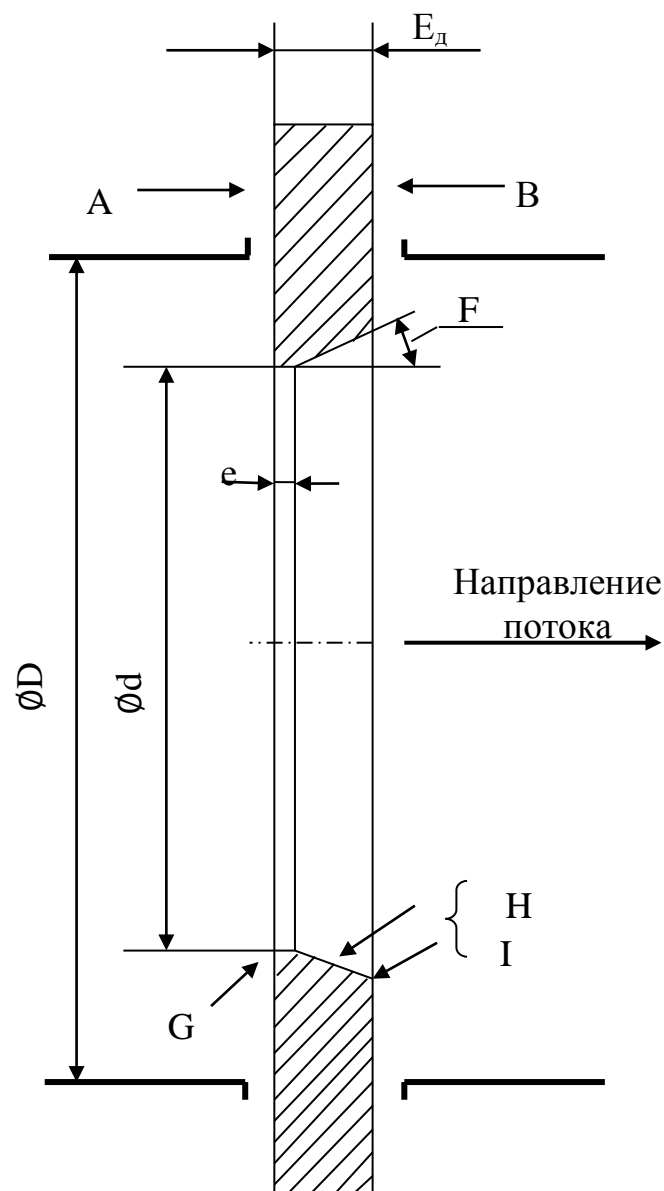
3.2.2 Длина цилиндрической части отверстия диафрагмы e должна быть в пределах от $0,005D_{20}$ до $0,02D_{20}$.

3.2.3 Размер e проверяют сравнением размера со значением, установленным на штангенциркуле или шаблоне.

3.3 Отклонение от плоскостности входного торца определяют при помощи поверочной линейки и набора щупов. Длина поверочной линейки должна быть не менее диаметра D . Если длина L поверочной линейки равна диаметру D , то отклонение определяют по наибольшему зазору (линейку устанавливают по диаметру D). Если длина поверочной линейки более диаметра D , то отклонение от плоскости определяют как разность между наибольшим зазором и зазором на диаметре D (при одной установке линейки).

Отклонение от плоскостности не должно превышать $0,0005D$.

3.4 Определение шероховатости поверхностей



E_d – толщина диафрагмы, А – входной торец, В – выходной торец, F – угол наклона образующей конуса, e – длина цилиндрической части отверстия диафрагмы G, I, H – кромки, $\varnothing D$, $\varnothing d$ – диаметр отверстия диафрагмы

Рисунок 1 - Сужающее устройство

Параметры шероховатости определяют визуальным сравнением со специальными аттестованными образцами или стандартными образцами шероховатости по ГОСТ 9378-75 или определяют профилометром.

3.5 Проверка остроты входной кромки

Входная кромка не должна иметь притуплений и заусенцев, заметных невооруженным глазом, визуально не отмечаются притупления (скругления).

Остроту входной кромки диска диафрагмы проверяют внешним осмотром при рассеянном дневном или искусственном свете. Диафрагму устанавливают наклонно под углом примерно 45° .

Если диаметр отверстия диафрагмы не превышает 125 мм, то падающий на кромку луч света неотражается, при d_{20} более 125 мм на кромке визуально не отмечаются притупления (скругления).

3.6 Определение наружного диаметра диафрагмы D_2

D_2 до 135 мм измеряют на микроскопе с приставкой УЦП-1М. Допуски по $d9$.

D_2 от 165 до 220 мм измеряют микрометрами. Допуск $d10$.

D_2 от 245 до 555 мм измеряют штангенциркулем Шц П. Допуск $C11$.

3.7 Определение толщины диафрагмы E_d

Значения толщины E_d , измеренные в любой точке поверхности диафрагмы, не должны различаться между собой более чем на $0,001D$.

4 Оформление результатов поверки

4.1 Положительные результаты первичной поверки диафрагм оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и оттиском поверительного клейма на корпусах кольцевых камер и диафрагме.

4.2 При отрицательных результатах поверки диафрагмы бракуют.

Краткие теоретические сведения

Юстировка - совокупность операций по доведению погрешностей СИ до значений, соответствующих техническим требованиям.

Первичной поверке подлежат СУ при выпуске из производства и после ремонта. Следующую поверку проводят через один год. Допускается на основании анализа и обработки результатов периодических поверок корректировка межповерочных интервалов органами Государственной метрологической службы по согласованию с метрологической службой юридического лица.

Для поверки СУ метрологическая служба юридического лица представляет в органы Государственной метрологической службы СУ и его паспорт (при первичной поверке - заполненный частично).

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- перед проведением измерений СУ очищают от грязи и накипи или от консервационной смазки, если они подвергались консервации;

- СУ выдерживают в помещении, где проводят проверку, не менее двух часов. При температуре окружающего воздуха, отличной от (20 ± 5) град. С, результаты измерений корректируют на разность температур;

- относительная влажность, температура воздуха и атмосферное давление соответствуют требованиям технической документации на применяемые средства поверки.

Поверительные клейма должны содержать следующую информацию:

- знак Федерального органа по метрологии Российской Федерации - Госстандарта России;

- условный шифр органа Государственной метрологической службы или метрологических служб юридических лиц, аккредитованных на право поверки средств измерений;

- две последние цифры года применения поверительного клейма;

- индивидуальный знак поверителя.

Форму и размеры доверительных клейм для органов Государственной метрологической службы устанавливает Госстандарт России.

Форма поверительных клейм юридических лиц, аккредитованных на право поверки средств измерений, устанавливается:

Для средств измерений, выпускаемых из производства - прямоугольная;

для средств измерений, находящихся в эксплуатации и после ремонта - квадратная.

Содержание отчета

- 1 Название и цель работы.

- 2 Рисунок 1

- 3 Результаты измерений и расчётов.
- 4 Паспорт СУ
- 5 Вывод о проделанной работе.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислить, что должно быть указано на диафрагме
- 2 Принцип работы первичного измерительного преобразователя.
- 3 Перечислить операции при выполнении поверки СУ
- 4 Что должно содержать поверительное клеймо?
- 5 Что такое юстировка?

(наименование предприятия)
ПАСПОРТ СУЖАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

регистрационный № _____

Характеристики сужающего устройства	Значение характеристики и маркировка материала
Тип сужающего устройства	
Диаметр отверстия d20, мм	
Материал	

Поверитель _____ " ____ " _____ г.
(подпись) (фамилия, И.О.)

Результаты периодической поверки

Дата	Заключение (годен, не годен)	Должность, подпись, Фамилия, И.О.

Результаты измерений

В сечении 1	В сечении 2	В сечении 3
D ₁₁ = ____ D ₂₁ = ____ D ₃₁ = ____ D ₄₁ = ____	D ₁₂ = ____ D ₂₂ = ____ D ₃₂ = ____ D ₄₂ = ____	D ₁₃ = ____ D ₂₃ = ____ D ₃₃ = ____ D ₄₃ = ____

Результаты расчета: _____

Средний диаметр при температуре измерений _____ Диаметр при температуре 20 град. С

D_t = -----

Измерения проводились _____
(наименование средств измерений)

с ценой деления _____, со сроком поверки до " ____ " _____ г.

(должность представителя) (подпись) (фамилия, И.О.)

М.П. " ____ " _____ г.

Лабораторная работа №8

«Калибровка цифрового омметра»

Учебная цель: приобрести навыки выполнения калибровки цифрового омметра

Перечень оборудования: магазин сопротивления, соединительные провода, цифровой мультиметр.

Порядок выполнения работы

1. Операция калибровки

- внешний осмотр;
- проверка электрической прочности изоляции;
- определение сопротивления изоляции;
- опробование;
- определение основной погрешности;
- проверка выхода на цифropечатающее устройство.

2 Средства калибровки. При проведении калибровки применяют средства, указанные в таблице 1, заполните основные метрологические характеристики.

Таблица 1 Средство калибровки

Наименование средства поверки и обозначение НТД	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки
Магазин сопротивлений	

3 Проведение калибровки

1 Внешний осмотр

Проверка электрической прочности изоляции электрической прочности изоляции. Изоляция должна выдерживать полное испытательное напряжение в течение 1 мин. Внезапное возрастание тока в низковольтной цепи источника напряжения указывает на неудовлетворительное состояние изоляции.

2 Опробование. При опробовании проверяют исправность переключателей, органов плавной регулировки и коммутирующих устройств. В

омметрах не допускаются следующие неисправности: недостаточно четкая фиксация положений переключателей, невозможность установки переключателей хотя бы в одно из предусмотренных положений; неисправность, отсутствие или несоответствие съемных частей коммутирующих устройств; неплавный ход и заедание органов плавной регулировки, невозможность поворота органов плавной регулировки на предусмотренный угол; проворачивание креплений переключателей или элементов плавной регулировки или их рукояток.

3 Омметры включают и подготавливают к работе, ко входу омметра подключают поочередно резисторы с сопротивлениями, близкими к верхним пределам измерений всех диапазонов и производят их измерение в режиме ручного и автоматического запуска и при разной частоте запуска. при ступенчатой регулировке периодичности запуска - при всех положениях переключателя;

4 Проверяют возможность установки нуля или калибровочной отметки, если такая установка предусмотрена, и возможность работы во всех предусмотренных режимах и на всех диапазонах. Изменение показаний омметра при изменении частоты автоматического запуска должно быть не более $1/4$ предела допускаемой основной погрешности.

5 К омметру подключают магазин сопротивлений или переменный резистор, и плавно изменяя сопротивление, убеждаются, что в каждом из разрядов отсчетного устройства может быть включен любой из предусмотренных символов. Проверку производят на любом диапазоне в любом режиме работы.

6 Основную погрешность определяют методом измерения сопротивления образцовой меры поверяемым омметром. Для определения основной погрешности омметров, образцовую меру сопротивления подключают к входным зажимам поверяемого омметра и плавно увеличивают ее сопротивление до тех пор, пока показания, равные или большие поверяемого и записывают значение сопротивления образцовой меры .

Сопротивление образцовой меры увеличивают до такого значения, чтобы показания, равные, перестали появляться на отсчетном устройстве. Плавно уменьшают сопротивление меры до тех пор, пока показания, равные или меньшие поверяемого значения, будут появляться не чаще чем один раз из десяти и записывают значение сопротивления образцовой меры

Основную абсолютную погрешность определяют по формуле:

$$\Delta = R - R_d \quad (1)$$

Основную относительную погрешность в процентах определяют по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{R_d} \cdot 100\% \quad (2)$$

7 Выбор точек, в которых должна определяться основная погрешность, зависит от принципа действия омметра и диапазона.

- На основном диапазоне измерений основную погрешность определяют в следующих точках: при значениях сопротивлений $(0,9-1) R_v$; $(0,7-0,8) R_v$; $(0,4-0,6) R_v$; $(0,2-0,3) R_v$; $(0,5-0,15) R_v$, где R_v - верхний предел диапазона измерений;

На неосновных диапазонах измерений многодиапазонных омметров основную погрешность определяют в четырех точках: в точке, соответствующей верхнему пределу проверяемого диапазона; в точке, соответствующей 0,1 верхнего предела измерений проверяемого диапазона; в точках, соответствующих тем двум точкам основного диапазона, для которых были получены максимальные по абсолютному значению положительная и отрицательная погрешности. На проверяемом неосновном диапазоне измерений определяют относительную погрешность (в процентах) в произвольной точке, для которой имеется в наличии образцовая мера, по формуле (2):

8 Оформление результатов поверки

- При положительных результатах калибровки на рабочие омметры наносят клеймо и в паспорте производят запись о годности к применению.

- Результаты калибровки заносят в протокол, форма которого приведена в обязательном приложении 1.

- Омметры, не удовлетворяющие требованиям настоящего стандарта, к выпуску и применению не допускают, старое клеймо гасят специальным знаком.

Краткие теоретические сведения

При проведении калибровки должны быть соблюдены следующие условия:

- 1) температура окружающего воздуха 23 ± 2 °С;
- 2) относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- 3) давление в помещении, где проводят поверку (далее атмосферное давление) (100 ± 4) кПа, (750 ± 30) мм. рт.ст;
- 4) отклонение напряжения питания от номинального значения не более $\pm 2\%$;
- 5) максимальный коэффициент нелинейных искажений напряжения питания сети 5%;
- 6) Омметры перед калибровкой должны находиться в климатических условиях лаборатории, не менее 4ч.

Цифровой омметр не допускается к дальнейшему применению если выявлена одна из ниже перечисленных неисправностей:

-неудовлетворительное крепление разъемов, штепселей, гнезд, зажимов для подключения внешних цепей к омметру;

-повреждение изоляции внешних токоведущих частей омметров;

-грубые механические повреждения наружных частей омметра, отсутствие ручек регулировки.

Калибровка средств измерений (калибровочные работы) - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средства измерений, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору.

Содержание отчета

1 Тема. Цель

2 Таблица 1

3 Порядок калибровки.

4 Протокол и результаты измерений (приложение)

5 Вывод о проделанной работе

Контрольные вопросы

1 Перечислить основные этапы калибровки

2 Перечислить метрологические характеристики прибора

3 При каких неисправностях не допускается использование прибора?

4 Что такое калибровка?

Приложение

ПРОТОКОЛ N _____

калибровка цифрового омметра типа _____ номер _____,
изготовленного _____,

Калибровка производилась при температуре _____ °C

Образцовые средства измерений:

(наименование, номер, тип, погрешность)

Таблица П1 Результаты измерений

Действительное сопротивление образцовой меры , Ом	Показание омметра , Ом	Абсолютная основная погрешность, Ом	Относительная основная погрешность , %
		Диапазон _____ Ом	
		Диапазон _____ Ом	

Заключение

Дата поверки

Поверитель

(фамилия, имя, отчество)

Лабораторная работа №9

«Поверка термосопротивления»

Учебная цель: приобрести навыки выполнения поверки термосопротивления (ТС) типа ТСМ.

Перечень оборудования: магазин сопротивления, соединительные провода, цифровой мультиметр.

Порядок выполнения работы

1 При проведении поверки следует выполнять операции, указанные в табл.1.

Таблица 1

Наименование операций	Обязательность проведения операций при:	
	выпуске из производства и ремонта	эксплуатации и хранении
1 Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности	Да	Да
2 Проверка электрического сопротивления изоляции ТС при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	Да	Да
3 Проверка отклонения сопротивления ТС от номинальной статической характеристики (НСХ) при температуре в диапазоне от -5°C до $+30^\circ\text{C}$	Да	Нет
4 Проверка отклонения сопротивления ТС от НСХ при температуре в диапазоне от 90°C до $+103^\circ\text{C}$	Да	Нет

2 Средства поверки

Таблица 2 Средства поверки

Наименование средства поверки и обозначение НТД	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки
Измерительный прибор тип Р4833	
Цифровой мультиметр	
Эталонный термометр	
Мегомметры	

3 Условия поверки и подготовка к ней

3.1 Поверку проводят в следующих условиях: температура окружающего воздуха в пределах $20 \pm 2^\circ\text{C}$; относительная влажность - не более 80%;

напряжение питания должно соответствовать обозначенному на поверяемом СИ.

3.2 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.

3.3 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.

4 Проведение поверки

1 Внешний осмотр, проверка маркировки и комплектности

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.

1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие ТС требованиям ГОСТ Р 8.625 в части маркировки и комплектности.

1.3 При невыполнении требований ТС к дальнейшей поверке не допускают.

2 Проверка электрического сопротивления изоляции термометров сопротивления при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$

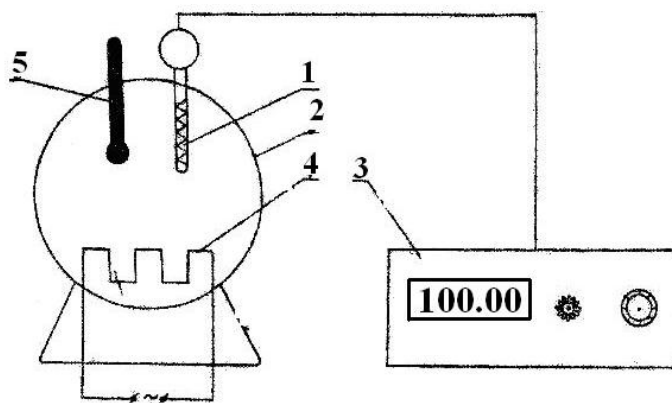
- Подключают клеммы прибора для измерения электрического сопротивления к выводам и защитному корпусу ТС. Подают измерительное напряжение 100 В.

-Показания снимают в течение 10 с после подачи напряжения и фиксируют минимальное значение сопротивления. Сопротивление изоляции ТС должно соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.625. ТС, не удовлетворяющие требованиям ГОСТ Р 8.625, к дальнейшей поверке не допускают.

3 Проверка отклонения сопротивления термометров сопротивления от номинальной статической характеристики (НСХ) при температуре от минус 5°C до плюс 30°C.

- проверку отклонения сопротивления ТС от НСХ выполняют сличением с эталонным (образцовым) термометром. Измерения выполняют 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, 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.

- по данным измерений рассчитывают среднее арифметическое значение и размах температуры в термостате, средние значения сопротивлений поверяемых ТС.



1- термометра сопротивления, 5 - образцовый термометр , 2 - сосуд , 4- нагреватель, 3- уравнивленного моста.

Рисунок 1- Схема экспериментальной установки.

5 Оформление результатов поверки

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.

2 При положительных результатах поверки на соответствие допускам по ГОСТ Р 8.625 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.

3 При отрицательных результатах поверки оттиск поверительного клейма гасят или аннулируют свидетельство о поверке и выдают извещение о непригодности ТС с указанием причин.

Краткие теоретические сведения

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).

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.

Содержание отчета

1 Тема, цель

2 Таблица 2 средства измерений

3 Последовательность подготовки и поверки ТС

4 Рисунок 1 Поверочная схема

5 Таблица П1 Измерений и расчётов

6 Результаты поверки и НСХ $R_{ТС}=f(T\text{ }^{\circ}\text{C})$

Контрольные вопросы

1 Последовательность подготовки термосопротивления к поверке

2. Что указывает поверитель в протоколе

3. Средства поверки

4 Проведение поверки

Приложение

Зависимость сопротивления металлов от температуры в небольшом интервале температур можно приближенно выразить уравнением:

$$R_t = R_{t'} [1 + \alpha(t - t')], \quad (1)$$

где R_t – сопротивление металлического проводника при температуре t °C;

$R_{t'}$ – сопротивление того же проводника при температуре °C;

$$\alpha = \frac{R_t - R_{t'}}{R_{t'}(t - t')} - \text{температурный коэффициент сопротивления.}$$

Для платины $\alpha_{Pt} \approx 3,9 \cdot 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$, для меди $\alpha_{Cu} \approx 4,26 \cdot 10^{-3} (\text{°C})^{-1}$.

Таблица П1 – Измерений и расчётов

Показания		Данные градуировочной таблицы, Ом	Погрешности	
Образцового термометра, °C	Уравновешенн ого моста, Ом		Абсолютные, Ом	Относител ьные, %
20				
30				
40				
...				

Таблица П2

Градуировочная таблица для медных термометров (R=100 Ohm)									
Тем	Сопр	Тем	Сопр	Тем	Сопр	Тем	Сопр	Тем	Сопр
-50	78,7	0	100	50	121,3	100	142,6	150	163,9
-49	79,126	1	100,426	51	121,726	101	143,026	151	164,326
-48	79,552	2	100,852	52	122,152	102	143,452	152	164,752
-47	79,978	3	101,278	53	122,578	103	143,878	153	165,178
-46	80,404	4	101,704	54	123,004	104	144,304	154	165,604
-45	80,83	5	102,13	55	123,43	105	144,73	155	166,03
-44	81,256	6	102,556	56	123,856	106	145,156	156	166,456
-43	81,682	7	102,982	57	124,282	107	145,582	157	166,882
-42	82,108	8	103,408	58	124,708	108	146,008	158	167,308
-41	82,534	9	103,834	59	125,134	109	146,434	159	167,734
-40	82,96	10	104,26	60	125,56	110	146,86	160	168,16
-39	83,386	11	104,686	61	125,986	111	147,286	161	168,586
-38	83,812	12	105,112	62	126,412	112	147,712	162	169,012
-37	84,238	13	105,538	63	126,838	113	148,138	163	169,438
-36	84,664	14	105,964	64	127,264	114	148,564	164	169,864
-35	85,09	15	106,39	65	127,69	115	148,99	165	170,29
-34	85,516	16	106,816	66	128,116	116	149,416	166	170,716
-33	85,942	17	107,242	67	128,542	117	149,842	167	171,142
-32	86,368	18	107,668	68	128,968	118	150,268	168	171,568
-31	86,794	19	108,094	69	129,394	119	150,694	169	171,994
-30	87,22	20	108,52	70	129,82	120	151,12	170	172,42
-29	87,646	21	108,946	71	130,246	121	151,546	171	172,846
-28	88,072	22	109,372	72	130,672	122	151,972	172	173,272
-27	88,498	23	109,798	73	131,098	123	152,398	173	173,698
-26	88,924	24	110,224	74	131,524	124	152,824	174	174,124
-25	89,35	25	110,65	75	131,95	125	153,25	175	174,55
-24	89,776	26	111,076	76	132,376	126	153,676	176	174,976
-23	90,202	27	111,502	77	132,802	127	154,102	177	175,402
-22	90,628	28	111,928	78	133,228	128	154,528	178	175,828
-21	91,054	29	112,354	79	133,654	129	154,954	179	176,254
-20	91,48	30	112,78	80	134,08	130	155,38	180	176,68
-19	91,906	31	113,206	81	134,506	131	155,806		
-18	92,332	32	113,632	82	134,932	132	156,232		
-17	92,758	33	114,058	83	135,358	133	156,658		
-16	93,184	34	114,484	84	135,784	134	157,084		
-15	93,61	35	114,91	85	136,21	135	157,51		
-14	94,036	36	115,336	86	136,636	136	157,936		
-13	94,462	37	115,762	87	137,062	137	158,362		
-12	94,888	38	116,188	88	137,488	138	158,788		
-11	95,314	39	116,614	89	137,914	139	159,214		
-10	95,74	40	117,04	90	138,34	140	159,64		
-9	96,166	41	117,466	91	138,766	141	160,066		
-8	96,592	42	117,892	92	139,192	142	160,492		
-7	97,018	43	118,318	93	139,618	143	160,918		
-6	97,444	44	118,744	94	140,044	144	161,344		
-5	97,87	45	119,17	95	140,47	145	161,77		
-4	98,296	46	119,596	96	140,896	146	162,196		
-3	98,722	47	120,022	97	141,322	147	162,622		
-2	99,148	48	120,448	98	141,748	148	163,048		
-1	99,574	49	120,874	99	142,174	149	163,474		

Лабораторная работа №10

«Поверка потенциометра»

Учебная цель: приобрести навыки выполнения поверки потенциометра.

Перечень оборудования: магазин сопротивления, соединительные провода, цифровой мультиметр.

Порядок выполнения работы

1. При проведении поверки следует выполнять операции, указанные в табл.1.

Таблица 1

Наименование операций	Обязательность проведения операций при:	
	выпуске из производства и ремонта	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	Да	Да
Проверка электрической прочности изоляции и определение электрического сопротивления изоляции	Да	Нет
Проверка рабочего тока в измерительной цепи потенциометров	Да	Да
Проверка характера успокоения указателя прибора	Да	Да
Определение соответствия времени прохождения указателем всей шкалы допускаемым значениям	Да	Да
Определение соответствия основной погрешности показаний допускаемым значениям	Да	Да
Определение соответствия вариации показаний допускаемым значениям	Да	Да
Определение соответствия основной погрешности записи допускаемым значениям	Да	Да
Проверка качества записи	Да	Да
Проверка отклонения скорости продвижения диаграммных лент и скорости вращения диаграммных дисков от номинальных значений	Да	Да (для приборов с шаговым двигателем; для приборов с синхронным двигателем по требованию потребителя)
Определение соответствия метрологических (точностных) характеристик каналов с выходными устройствами или выходных устройств (регулирующего устройства, задатчика для регулирующего устройства, дополнительных устройств) допускаемым значениям	Да	Да (по требованию потребителя)

2 Средства поверки

Таблица 2 Средство поверки

Наименование средства поверки и обозначение НТД	Основные метрологические и технические характеристики средства поверки
Милливольтметр образцовый	
Источник регулируемого напряжения ИРН	
Секундомер с ценой деления 0,1	

3 Условия поверки и подготовка к ней

3.1 Поверку проводят в следующих условиях: температура окружающего воздуха в пределах 20 ± 2 °С; относительная влажность - не более 80%; напряжение питания должно соответствовать обозначенному на поверяемом СИ.

3.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

СИ устанавливают в нормальное рабочее положение в соответствии с его описанием и маркировкой; СИ выдерживают во включенном состоянии не менее 10 мин; к СИ присоединяют образцовый средство поверки.

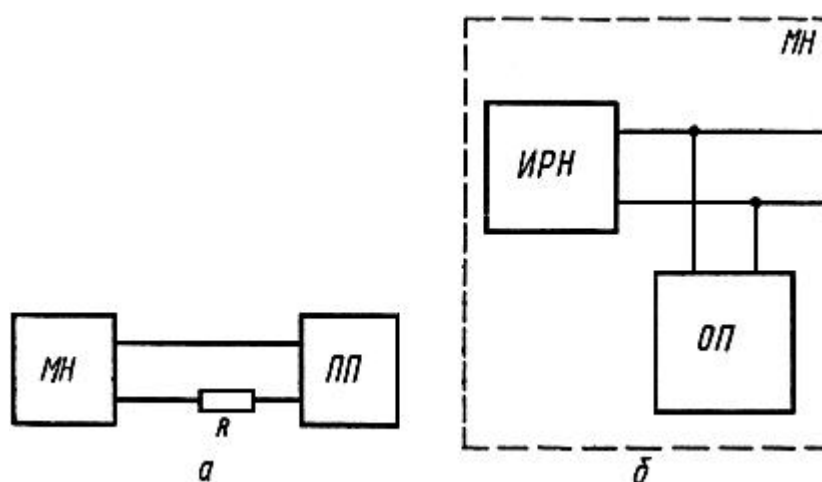
3.3 При поверке применяют следующие схемы. Потенциометр поверяют по схеме, приведенной на рисунке 1. При этом в качестве меры напряжения *МН* используют низкоомный потенциометр постоянного тока, у которого замыкают накоротко выход на гальванометр, или *ИРН* совместно с потенциометром постоянного тока (цифровым вольтметром), включенных по схеме, приведенной на рисунок 1б. Мету напряжения *МН* подключают к поверяемому прибору медными проводами.

4 Проведение поверки

4.1. Внешний осмотр.

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие СИ следующим требованиям: соответствие маркировки требованиям отметки и цифры на шкале должны быть четкими; взаимное

расположение указателя и шкалы прибора должно соответствовать требованиям ГОСТ; стекло, шкала и другие части прибора не должны иметь механических повреждений, влияющих на нормальную работу СИ; прибор не должен быть загрязнен; шкала диаграммной бумаги должна соответствовать шкале прибора; отсутствие внутри прибора посторонних предметов или незакрепленных деталей, отклонение указателя за крайние отметки шкалы прибора должно быть не более 2 мм.



МН - мера напряжения; R - резистор; ИРН - источник регулируемого напряжения; ОП - образцовый потенциометр (или цифровой вольтметр постоянного тока)

Рисунок 1 Схема поверки потенциометра

4.2 Наличие технического описания и инструкции по эксплуатации; соответствие маркировки прибора требованиям ГОСТ 7164.

4.3 Определение электрического сопротивления изоляции токоведущих цепей поверяемого прибора относительно его корпуса, а также цепей между собой производят на постоянном токе с помощью мегомметра в соответствии с технической документацией на поверяемый прибор.

4.4 Проверку отклонения указателя СИ за начальную отметку шкалы или наличия сигнала при отключении питания проводят в зависимости от конструкции прибора, предъявленного на поверку.

4.5 Время прохождения указателем всей шкалы должно соответствовать требованиям ГОСТ 7164.

4.6. Определение времени успокоения подвижной части производят по методике, изложенной в ГОСТ 7164.

4.7. Определение основной погрешности и вариации показаний. Основную погрешность и вариацию показаний определяют на всех числовых отметках шкалы поверяемого прибора сличая с образцовым прибором.

Соответствие определяют не менее чем на пяти отметках шкалы, интервал между которыми не должен превышать 30% длины шкалы. В число проверяемых отметок должны входить начальная и конечная отметки шкалы.

Основную приведенную погрешность показаний прибора в процентах рассчитывают по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta}{N} \cdot 100\% \quad (1)$$

где Δ - наибольшее значение абсолютной погрешности
 N - нормирующее значение измеряемой величины (диапазон измерения прибора)

$$\Delta = E_{\text{изм}} - E_{\text{дейст}} \quad (2)$$

4.8 Вариацию показаний определяют следующим образом. Изменяя входной сигнал, устанавливают указатель в исходное положение (в котором определяют вариацию). Медленно увеличивают входной сигнал до значения $x = x_5$, при котором указатель начнет перемещаться от исходного положения. Затем уменьшают входной сигнал до значения $x = x_6$, при котором указатель начнет перемещаться в сторону исходного положения. Вариацию показаний определяют по формуле:

$$B = X_5 - X_6 \quad (3)$$

$$\gamma_B = \frac{B}{N} \cdot 100\% \quad (4)$$

Допускается определять вариацию одновременно с определением основной погрешности показаний прибора.

4.9. Проверка качества записи

Качество записи и продвижения диаграммной ленты (диска) проверяют в соответствии с технической документацией на поверяемый прибор. Непрерывность и ширина линии записи должны удовлетворять требованиям ГОСТ 7164.

4.10 Определение отклонения скорости продвижения диаграммных лент и скорости вращения дисков от номинальных значений, указанной в технической документации на поверяемый прибор.

4.11 Соответствие метрологических (точностных) характеристик каналов с выходными устройствами или выходных устройств (регулирующего устройства, задатчика для регулирующего устройства, дополнительных устройств) допускаемым значениям определяют по технической документации на поверяемый прибор.

5 Оформление результатов поверки

1. Результаты первичной поверки предприятие-изготовитель оформляет записью в паспорте.

2. На автоматические потенциометры и уравновешенные мосты, признанные годными при государственной поверке органами Госстандарта, наносят оттиск поверительного клейма на корпусе или крышке прибора.

Краткие теоретические сведения

Средства измерений, используемые в качестве мер входного сигнала поверяемого прибора, должны иметь диапазоны измерения, обеспечивающие поверку в диапазоне измерения поверяемого прибора.

Для проверки характера успокоения указателя прибора на его зажимы скачком подают входной сигнал, соответствующий одному из показаний поверяемого прибора в начале, середине и конце шкалы. Значение скачка входного сигнала должно быть не менее 40% диапазона измерения поверяемого

прибора. В середине шкалы характер успокоения проверяют при увеличении и уменьшении входного сигнала.

Время прохождения указателем всей шкалы должно соответствовать требованиям ГОСТ 7164.

Содержание отчета

- 1 Тема, цель, оборудование
- 2 Поверочная схема
3. Протокол
- 4 Результаты поверки и расчёты

Контрольные вопросы

- 1 Последовательность подготовки прибора к поверке
2. Что должно быть указано на приборе?
3. Средства поверки
- 4 Последовательность проведение поверки

протокол

Дата _____
 поверки _____
 типа _____
 градуировки _____ с пределами измерений от _____
 до _____ класса _____ представленного _____

Поверка производилась по:

Результаты внешнего осмотра _____

Результаты поверки

Показания образцового прибора	ТермоЭДС по градуировочной таблице	Показания поверяемого прибора		Основная погрешность поверяемого потенциометра	
		Прямой ход	Обратный ход	Вариация	Предел допускаемой погрешности

Поверку проводил _____

(Подпись)

Список использованных источников

1 Келим Ю.М. контроль и метрологическое обеспечение средств и систем автоматизации: учебник студ. учреждений сред. проф. образования М.: издательский центр «Академия» 2014.-352с.

Нормативные документы:

1 ГОСТ 8.209-76 ГСИ. Логометры магнитоэлектрические. Методы и средства поверки.

2 ГОСТ Р8.905-2015 Манометры показывающие. Рабочие средства измерений. Метрологические требования и методы испытаний.

3 ГОСТ 8.461-2009 Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки.

4 ГОСТ 9736 Приборы электрические прямого преобразования для измерения неэлектрических величин. Общие технические требования и методы испытаний.

5 ГОСТ 22521-85 Датчики давления, разрежения и разности давлений с пневматическим аналоговым выходным сигналом ГСП. Общие технические условия.

6 ГОСТ 22261 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

7 МИ 1997-89 Рекомендация ГСИ. Преобразователи давления измерительные. Методика Поверки.

8 МИ 4212-012-2001. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Датчики давления типа "Метран".

9 МИ 2585-2000 Рекомендация. ГСИ. Диафрагмы измерительных трубопровод. Методика первичной поверки.

10 ПР 50.2.022-99 Правила по метрологии ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического контроля и надзора за применением и состоянием измерительных комплексов с сужающими устройствами.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Старший методист



М.В. Отс

Методист по ИТ



Т.А. Сергеева

Образец оформления Отчета по лабораторной работе

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

(Внимание! Титульный лист оформляется один раз в начале каждого семестра изучения дисциплины)

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

Кафедра электротехнических специальностей

**Специальность 15.02.07 – Автоматизация технологических процессов и
производств
(по отраслям)**

**Отчет по лабораторным работам за ____ семестр
по МДК01.02 «Методы осуществления стандартных и сертифицированных
испытаний, метрологических поверок средств измерений».**

Выполнил(а): студент группы АП-_____ И.И. Иванов
(подпись)

Принял(а): преподаватель _____
(подпись)

Новый Уренгой, 201_