

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН**

Бухарский инженерно-технологический институт

**Кафедра: "Машины и оборудование пищевых
и химических производств"**

Методические указания

для выполнения лабораторных работ по курсу

“ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ”

для направления

5321700—Информационно-коммуникационные системы управления
технологическими процессами

Бухара-2019 г.

Утверждено на заседании кафедры «Машины и оборудование
пищевых и химических производств»
протокол № __ от «__» ____ 2019г.

Утверждено на заседании учебно - методического
совета Бух ИТИ протокол №____
от «__» _____ 20__ г.

Составители:

асс. Л.Х. Акабирова
асс. Ф.С. Кулдашева

Рецензенты:

Бегуджанова С.
Солиева О.К.

Лабораторная работа №1.

Поверка, градуировка автоматического потенциометра.

Цель работы:

- 1) Ознакомиться с методами измерения температуры.
- 2) Ознакомиться с устройством и работой потенциометра.

Содержание работы.

Измерение температуры практически возможно лишь методом сравнения нагретости двух тел, причем степень нагретости одного из тел предполагается известной. Для сравнения степени нагретости тел используется изменение какого-либо физического свойства, зависящего от температуры и легко поддающегося изменению. Классификация приборов для измерения температуры предусматривает следующие группы:

Термометры расширения, основанные на изменении объема жидкости или линейных размеров твердых тел при изменении температуры. Манометрические термометры, основанные на изменении давления вещества при постоянном объеме при изменении температуры.

Термоэлектрические термометры, основанные на изменении термоэлектродвижущей силы от температуры. Термометры сопротивления, основанные на изменении электрического сопротивления проводников и полупроводников при изменении их температуры.

Пирометры излучения, из которых наибольшее распространение получили:

- А) оптические, основанные на измерении интенсивности монохроматического излучения нагретого тела;
- Б) световые (пирометры спектрального отношения), основанные на измерении распределения энергии в спектре;
- В) теплового излучения тела;
- Г) радиационные, основанные на измерении мощности излучения нагретого тела.

Поверка, градуировка автоматического электронного потенциометра.

Если измерять малую электродвижущую силу возникшую, например, термопарным методом, т.е. милливольтметром, то погрешность измерений может быть довольно велика за счет изменения сопротивления соединительных проводов, переходных контактов рамки измерительного прибора. Более совершенным и точным является компенсационный метод измерения, при котором показания прибора не зависят от перечисленных выше факторов. Автоматический электронный потенциометр КСП-2 предназначен для непрерывного измерения, записи и регулирования температуры при работе в комплексе в одной из термопар стандартной градуировки.

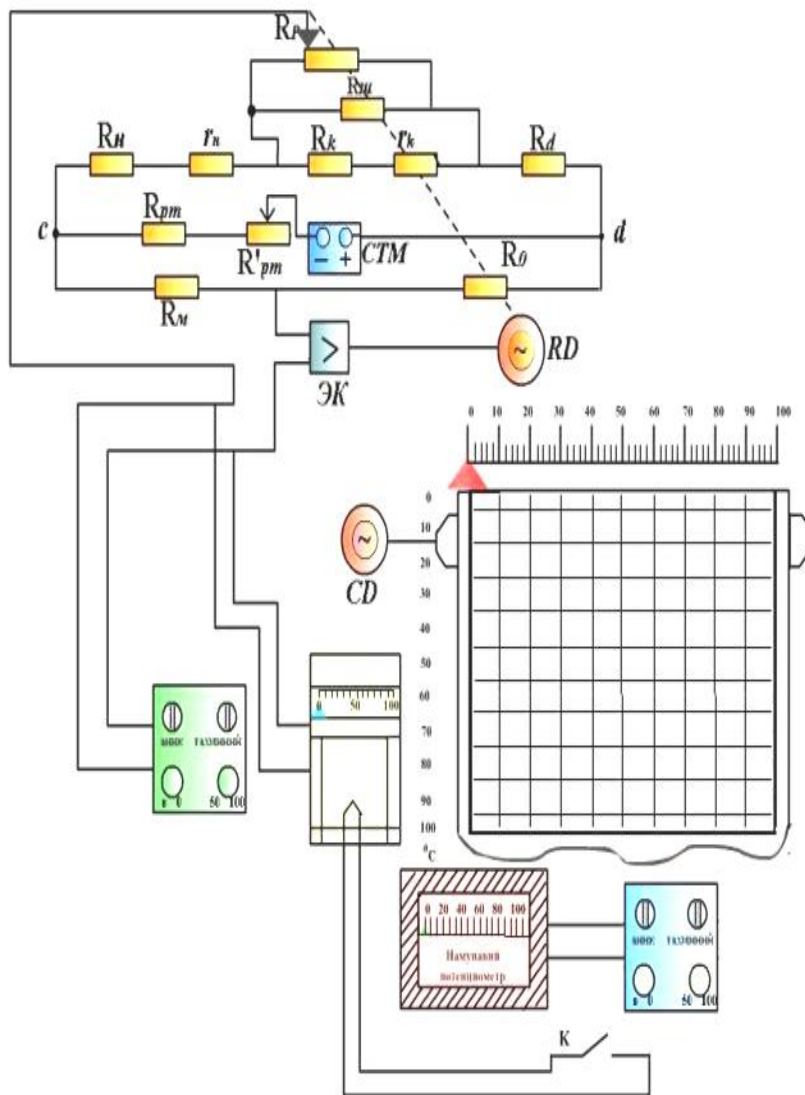
Описание установки и методика проведения работы.

1. Автоматический электронный потенциометр КСП-2.
2. Лабораторный П.П.
3. Стандартные градуировочные таблицы.
4. Соединительные медные провода.

Порядок проведения работы:

1. К выходным «а» и «б» зажимам потенциометра с помощью соединительных проводов подключают переносной потенциометр (клемма «х»).
2. Подключают прибор к сети переменного тока.
3. Проверяют «Механический нуль», т.е. положения показывающей и записывающей стрелки относительно начала шкалы приборов.
4. Если измерительная схема питается от батареи, то при включенном приборе устанавливают рабочий ток, для чего необходимо нажать кнопку «Установка рабочего режима» и держать ее в таком состоянии до остановки стрелки прибора в пределах шкалы. Это проверяется несколько раз. В случае, если стрелка доходит до упоров, необходимо сменить сухой элемент, питающий измерительную схему.
5. Подготавливают к работе лабораторный потенциометр.
6. Поверку градуировки производят на всех оцифрованных отметках шкалы поверяемого потенциометра при прямом и обратном ходе.
Рассчитывают абсолютную погрешность и вариацию прибора.

Показания поверяемого прибора.	Показания образцового прибора.	Абсолютная погрешность.	Относительная погрешность.	Приведенная погрешность.	Вариация.



Контрольные вопросы.

1. Для чего служат компенсационные провода?
2. Как регулируется чувствительность прибора?
3. Как осуществляется питание измеряемой схемы прибора?
4. В чем заключается сущность компенсационного метода измерения?

Лабораторная работа №2.

Поверка, градуировки автоматического электронного моста.

Описание установки и методика проведения работы.

Содержание работы.

Мостовая схема состоит из трех плеч с резисторами и четвертого плеча, куда обычно в электронных мостах подключается термометр сопротивления R_T (подключен магазин сопротивлений).

К точкам «а» и «в» подключен источник питания моста. При предельном значении сопротивления, протекающие по плечам моста токи создают в точках А и В напряжение, фиксируемое нуль-индикатором, подключенным к этим точкам. Перемещая движок

реохорда, можно найти положение равновесия схемы по показаниям нуль-индикатора, т.е. когда напряжение в точках А и В будут равны.

Следовательно, по положению движка реохорда можно найти величину измеряемого сопротивления.

Магазин сопротивления включен в плечо моста по трех-проводной схеме. Применение трех-проводной схемы включения снижает величину температуры погрешности, вызванной изменением сопротивления соединительных проводов в следствии изменении температуры окружающей среды.

При изменении значения сопротивления (с помощью магазина сопротивления) нарушается равновесие измерительной схемы. В результате в диагонали «А» и «В» моста появится сигнал, который с помощью реверсивного двигателя РД вращается до тех пор, пока существует сигнал. Двигатель связан с рычагом, перемещающим контактный ролик (движок) реохорда.

Перемещение движка происходит до наступления равновесия в измерительной схеме. Двигатель одновременно связан механической передачей с показывающей и регистрирующей стрелкой прибора. В момент равновесия измерительной схемы положение стрелки определяет значение измеряемого сопротивления.

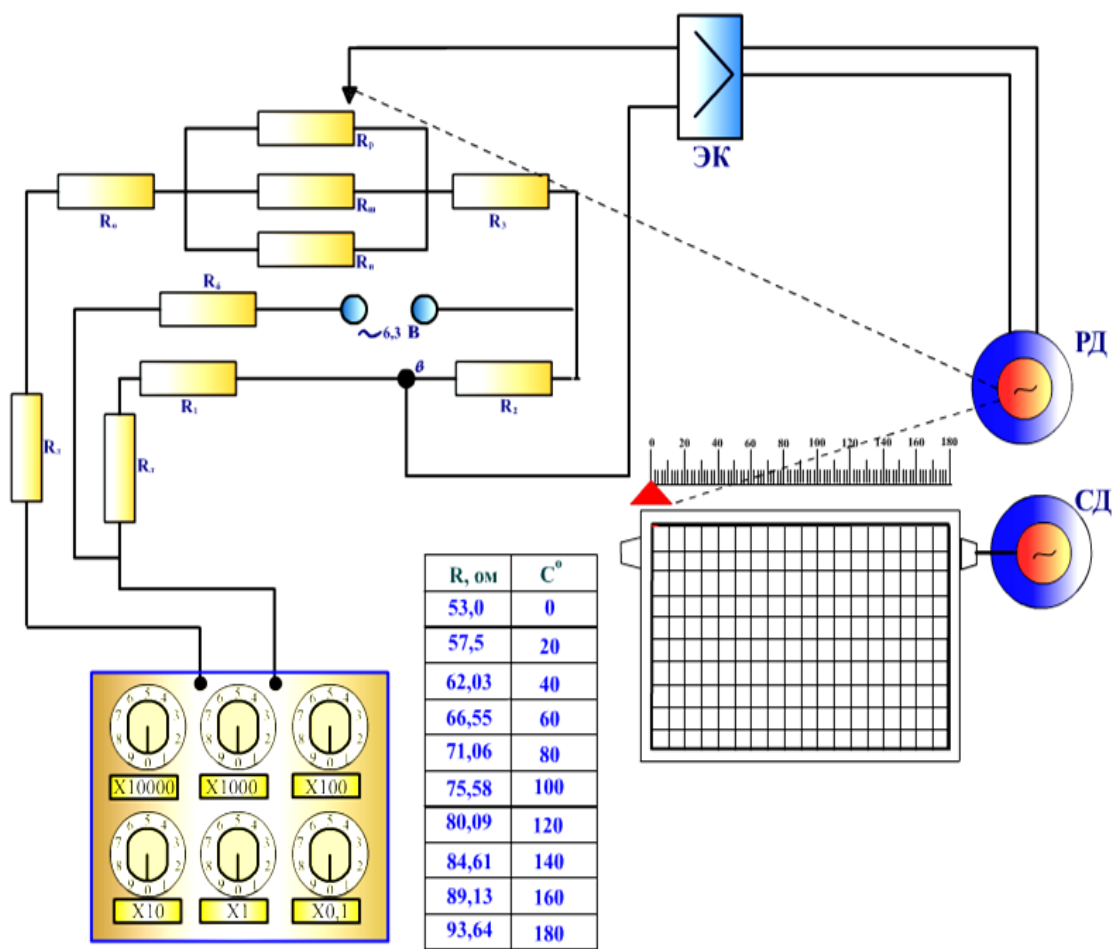
Прибор и оборудование для проведения работ:

1. Автоматический электронный мост КСМ-2.
2. Контрольный магазин сопротивления (РЗЗ)
3. Соединительные медные провода.

Порядок проведения работы.

1. На входные клеммы «а» электронного моста с помощью соединительных проводов подключают магазин сопротивления (клемма 0:99999,9 см);
2. Прибор включают в сеть для прогрева (заккрытие крышки прибора);
3. На контрольном магазине сопротивления устанавливают сопротивление, соответствующее половине шкале прибора. Стрелка прибора должна устанавливаться на измеряемом значении и не более чем трех колебаний.
4. Проверяют механический нуль-совпадения показывающей и регистрирующей части прибора.
5. Постепенно изменяя величины сопротивления образцового магазина сопротивления проводят поверку всех оцифрованных отметок шкалы моста КСМ-2 при прямом и обратном ходе.
6. Результаты измерения заносят в протокол.
7. Производят расчет абсолютной, относительной, приведенной погрешностей и вариацию прибора.

Показания поверяемого прибора.	Показания образцового прибора.	Абсолютная погрешность.	Относительная погрешность.	Приведенная погрешность.	Вариация.



Контрольные вопросы.

1. Для чего применяется трех проводная схема включения термометра сопротивления?
2. От чего зависит чувствительность электронных мостов?
3. Как можно изменить пределы измерения моста?
4. Для чего при поверке градуировки включают магазин сопротивления?

Лабораторная работа №3.

Методы измерения давления и поверка пружинных манометров.

Цель работы:

1. Ознакомиться с методами измерения давления.
2. Изучение принципа работы и устройства пружинных, мембранных и сильфонных манометров.
3. Изучение работы проверочного пресса типа ПП60.
4. Поверка пружинного манометра.

Содержание работы.

Давление является одним из физических параметров, играющих важную роль технологических процессов. Поэтому от измерения и регулирования давления часто

зависит правильность процесса производства.

Давление есть сила, нормально действующая на единицу площади, причем сила должна быть распределена равномерно по всей площади. В международной системе единиц СИ за единицу давления принято давление силой в 1 Ньютон на 1 квадратный метр (1м^2). Эта единица имеет малый размер, поэтому для технических расчетов и измерений рекомендуется применять внесистемную единицу давления – бар, равный 10Н/м^2 .

В технических измерениях получили распространение ряд внесистемных единиц, к которым относятся:

1. Килограмм – сила на квадратный сантиметр (кг/см^2) или техническая атмосфера (обозначается через ат.).

2. Миллиметр ртутного столба (мм.рт.ст.), характеризует давление оказываемое на горизонтальную плоскость столбом ртути высотой 1 мм при 0 С и ускорением силы тяжести $980,665\text{ см/сек}^2$.

3. Миллиметр водяного столба (мм.вод.ст.) характеризует давление, оказываемое на горизонтальную плоскость столбом в воде в 1 мм при 4 С и ускорением силы тяжести $980,565\text{ см/сек}^2$. Кроме того, в технике применяется физическая величина – атмосфера (атм.) давления, оказываемое на горизонтальную плоскость столбом ртути высотой 760 мм при плотности ртути в 13,5951 С и ускорении силы тяжести $980,565\text{ см/сек}^2$.

Различают давление абсолютное и избыточное. Абсолютным называется истинное давление; избыточным - давление, отсчитываемое от условного нуля, в качестве которого принято атмосферное давление. Оба этих давления могут быть выражены одними и теми же единицами.

Избыточное давление еще называют манометрическим. Для различия обозначения величины добавляют абсолютное или избыточное, в зависимости от принятого вида давления, например, $P_{абс} = 1675\text{ кг / см}^2$ или $P_{изб} = 5\text{ ат}$.

Давление атмосферного воздуха часто называют барометрическим давлением. Избыточное давление можно перевести в абсолютное с учетом барометрического давления по формуле:

$$P_{абс} = P_{изб} + P_{бар} / 735,55$$

где

$P_{абс}$ - абсолютное давление в кг/см^2 ;

$P_{изб}$ - манометрическое давление в кг/см^2 ;

$P_{бар}$ - барометрическое давление в данной местности в мм.рт.ст.

Для измерения давления в широком диапазоне создано много разновидностей приборов, которые по принципу действия делятся на пять основных групп (ГОСТ 1646-42):

1. Жидкостные
2. Поршневые
3. Пружинные
4. Электрические
5. Пьезометрические

Кроме того, по роду измеряемой величины различают следующие приборы для измерения давления (ГОСТ 1646-42):

1. Манометры - для измерения средних и высоких (вакуума).
2. Вакуумметры - для измерения разрежения (вакуума).
3. Мановакуумметры - для измерения средних и больших избыточных давлений и вакуума.

4. Микроманометры (напоромеры) - для измерения малых (до 300 мм.вод.ст.) давлений.

5. Микроманометры (тягомеры) - для измерения в малых разрежений (вакуума выражаемых в мм.вод.ст.)

6. Микроманометры (тягонапоромеры) - для измерения малых (до 500 мм.вод.ст.) давлений и разрежений в мм.вод.ст.

7. Дифференциальные манометры - для измерения разности давлений с градуировкой в мм.рт.ст. и мм.вод.ст.

8. Барометры - приборы для измерения атмосферного давления с градуировкой в мм.рт.ст.

Манометры промышленного типа независимо от принципа действия подразделяются на показывающие, самопишущие и регулирующие. Кроме того, манометры делят на местные и дистанционные. На химических заводах преимущественно используются дистанционные манометры с пневматической передачей показаний на расстояние и реже с электрической. По точности показаний манометры делят на классы. Согласно ГОСТу 2405-52 для технических манометров, вакуумметров и мановакуумметров установлены классы точности: 0,5;1;1,5;2;5 и 4.

Для пружинных образцовых манометров допущен дополнительный класс 0,35. Число, обозначающее класс точности, соответствует максимальному значению допустимой погрешности прибора данного класса, выраженному в процентах предельного значения шкалы.

Изучение принципа работы, устройства пружинных манометров. Пружинные манометры являются наиболее распространенными приборами для измерения давления в производственных условиях. Они имеют основную допустимую погрешность порядка 1,5-2,5% от верхнего предела измерения наиболее распространен манометр с одновитковой трубчатой пружиной или как его называли ранее, с трубкой Бурдона по имени его изобретателя.

Главной деталью манометра является трубчатая пружина овального сечения. Один конец его неподвижно закреплен в штуцере, по которому во внутреннюю полость подается измеряемое давление.

Другой глухой конец пружины свободен и тягой связан зубчатым сектором, находящимся в зацепленной шестерней, на оси которой укреплен стрелка. При увеличении давления внутри трубчатой пружины она стремится развернуться, и ее свободный конец перемещается в верх. Это вызывает перемещение стрелки в сторону увеличения показания.

Трубчатая пружина делается достаточно прочной чтобы вызываемое давление перемещение его свободного конца находились в пределах упругой деформации пружины. Для небольших пределов измерения пружины изготавливают из тонкой латуни. Для более высоких давлений пружины изготавливают из стали, в овальность их уменьшают, в толщину стенок увеличивают.

Перемещение свободного конца пружины составляют от 2 до 15 мм в зависимости от размера трубки. В настоящее время манометры с трубчатой пружиной изготавливают различными по размеру для корпусов диаметром от 50 до 350 мм и на пределы измерения от 0,5 до 10000гК/см².

Манометры с трубчатой пружиной измеряют разрежения. Шкала вакуумметра имеет ноль справа. Изготавливают также мановакуумметры, которые измеряют как разрежения

так и избыточное давление. Нуль шкалы вакуумметра расположен по середине шкалы. Как правило, при измерении нельзя допускать перезагрузки манометра. Рабочее давление должно составлять примерно $\frac{2}{3}$ от верхнего предела. Имеются образцовые с трубчатой пружиной класса точности от 0,25 и 0,35, который поверяет технический манометр.

Другим распространенным видом является манометр с многовитковой трубчатой пружиной. Такие манометры изготавливаются самопишущими. Многовитковая пружина состоит как бы из нескольких обычных трубчатых пружин, соединенных последовательно. Этим достигается значительно угол раскручивания ее свободного конца (45 -50 градусов).

Один конец многовитковой пружины закреплен неподвижно и к нему подводится измеряемое давление.

Второй свободной конец прикреплен к скобе оси. При увеличении давления свободный конец пружины поворачивает ось а вместе с ней и тягу, которая перемещает стрелку с пишущим пером по диаграмме. Диаграмма бумажный диск, вращаемый часовым механизмом или электродвигателем.

Манометры с многовитковой пружиной изготавливают на разные пределы измерения до 160 кГ/см, класс точности их 1,5.

Изучение работы проверочного пресса.

Грузопоршневыми манометрами называют приборы, которыми можно создать и измерить высокое давление при помощи поршня и грузов, воздействующими на замкнутый объем жидкости.

Грузопоршневые манометры являются наиболее точными приборами и широко применяются для поверки различных видов пружинных манометров.

Погрешность их составляет 0,01-0,02% от измеряемого давления.

Грузопоршневой манометр, используемый для поверки пружинных манометров, состоит из прочного металлического корпуса колонки и поршня.

Каналы в корпусе и его отверстия заполняются легким минеральным маслом. Поршень и отверстие в колонки, которое он вставлен, очень точно пригоняют путем тщательной обработки и шлифовки. Поршень легко перемещается в отверстии, при этом сохраняется полная герметичность колонки. Давление масла внутри каналов определяется весом поршня и грузом деления на рабочую площадь поршня.

Обычно поршень изготавливают площадью, равной 1 см^2 , когда давление в кг/см^2 соответствует весу; поршня и грузов в кг. Наибольшее давление, которое создается грузами в таких манометрах, не превышает 50 кг/см^2 . При этом колонка с поршнем отключается с игольчатого вентиля. Для измерения Р при отключенном поршне требуется дополнительный манометр, для установки которой предусмотрен правый верхний штуцер. Поршневой пресс используется также для удобства выполнения каналов маслом и удаления из них воздуха.

Поверка манометров.

Поверку манометров трубчатой пружиной производят на образцовом грузопоршневом манометре. Существуют два способа поверки манометра.

1. Метод сравнения с калиброванными грузами.
2. Метод сравнения с показаниями образцовых пружинных манометров.

Первым методом можно пользоваться для поверки манометров, имеющих предел

измерения до 50 кг/см², а второй до 2500 кг/см². Производят поверку по всей шкале прибора. Поверка манометра с трубчатой пружиной класса точности 1,2,5,4 должна производиться не менее чем в пяти оцифрованных точках, равномерно распределенных по всей шкале. Поверка может быть произведена путем сравнения показаний проверяемого манометра с показаниями образцового пружинного манометра, для этого в системе создают последовательное давление, соответствующие значению оцифрованных точек. Движение стрелки в пределах всей шкалы по манометру необходимо слегка постучать рукой.

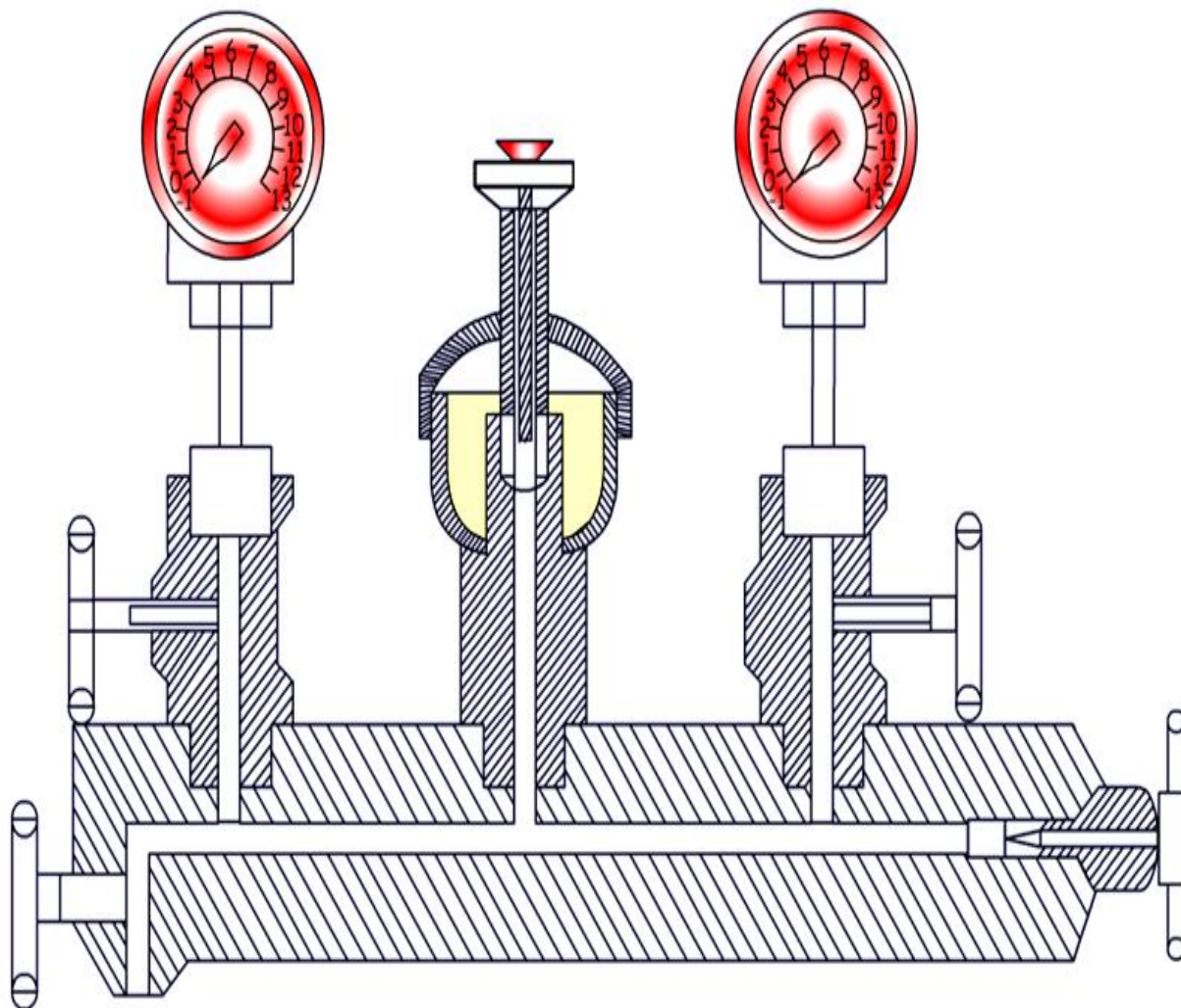
Поверка может быть произведена и путем сравнения показаний проверяемого манометра с калиброванными грузами, наложенными на грузоприемную тарелку образцового грузопоршневого манометра. В качестве грузов применяют специальные гири дискообразной формы. На каждой гире обозначено давление, которое оно производит на рабочую жидкость, находящуюся в системе манометра. Поверку производят при повышении и понижении давления, т.е. при прямом и обратном ходе.

Результаты поверки заносят в протокол и подсчитывают погрешности, вариацию.

Показания образцового манометра в кг/см ²	Показания проверяемого манометра		Погрешность			Вариация
	При повышенном давлении в кг/см ²	При пониженном давлении в кг/см ²	Абсолютная	Относительная	Приведенная	

Ход работы:

Очищенный от грязи и пыли манометр устанавливаем в пресс предварительно подложив прокладку. Открываем запорный вентиль масляного бака и вращением штурвала против часовой стрелки набираем в пресс масло. В случае нехватки масла, в баке надо добавить до половины бачка, после заполнения прессы маслом запирается запорный вентиль на масляном бачке. Затем открываем запорный вентиль, над которым установлен манометр и вращением штурвала по часовой стрелке создаем движение в системе, соответствующее первой проверяемой отметки. Аналогично проводим поверку остальных точек. Дойдя до предела начинаем снижать давление, а проводя поверку этих же точек при работе открыть запорный вентиль на масляном бачке и закрыть вентиль, ведущий к манометру. Снять манометр с прессы и убрать груз.



Лабораторная работа №4.

Изучение методов измерения уровня и настройка емкостных уровнемеров.

Цель работы:

1. Ознакомиться с методами измерения уровня.
2. Ознакомиться с принципом действия, особенностями и областью применения некоторых промышленных уровнемеров.
3. Ознакомиться с принципом действия, устройством и методикой определения уровня посредством емкостного уровнемера.

4. Провести настройку емкостного уровнемера типа ЭИУ2.

По методу измерения уровнемеры можно разделить на следующие группы: указательные стекла, поплавковые, пьезометрические, электрические, радиоактивные и ультразвуковые.

1. Уровнемеры непосредственного отчета (указательные стекла).

Указательные стекла для жидкостей работают по принципу сообщающихся сосудов.

2. Поплавковые уровнемеры.

В данных уровнемерах используются поплавки постоянного погружения и поплавки

буйковые уровнемеры. Данные уровнемеры применяются на пределы измерения до 15 мм.

3. Электрические уровнемеры. Электрические уровнемеры подразделяются, но омические и емкостные. Действие омических уровнемеров основано на измерении сопротивления между электродами, введенными в жидкость. Емкостные уровнемеры и сигнализаторы уровня основано на измерении емкости системы электродатчика - измеряемая среда.

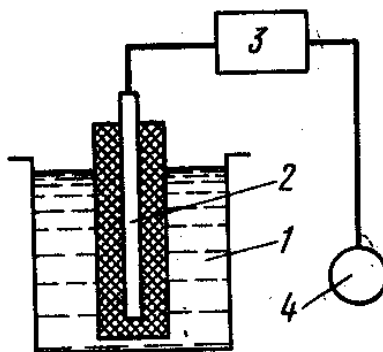
4. Радиоактивные уровнемеры. Измерение уровня основано на поглощении гаммы лучей при их прохождении через слой вещества.

5. Пьезометрические уровнемеры. В этих приборах измерение уровня жидкости постоянной плотности сводится к измерению давления, создаваемого столбом жидкости.

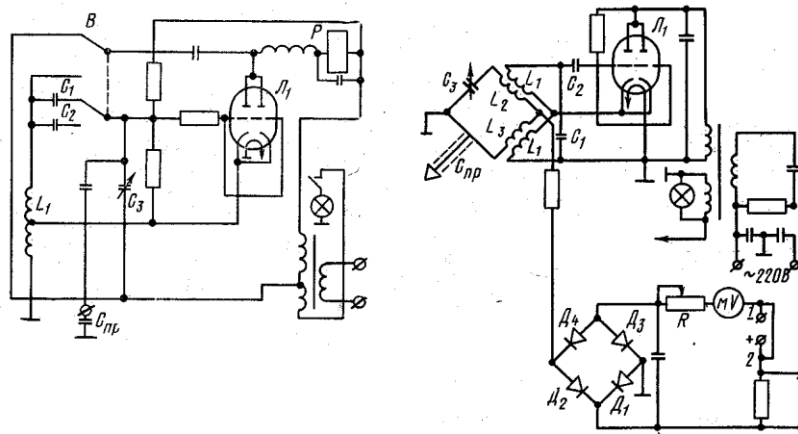
6. Дифманометрические уровнемеры. Измерение уровня основано на измерении давления столба измеряемой жидкости с высотой.

Описание прибора ЭИУ2.

В качестве чувствительного элемента этих приборов применяются конденсаторные преобразователи, электрическая емкость которых меняется при изменении контролируемого уровня среды. Электроды преобразователя могут быть голыми металлическими стержнями (для сред диэлектриков), пластинчатыми (для сыпучих материалов), а также покрытыми изоляцией (для электропроводных сред). Покрытиями электродов служат винипласт, полиэтилен и фторопласт. Схема измерения уровня емкостными уровнемерами показан на рис. В сосуд 1 с жидкостью, уровень которой необходимо измерять, помещен покрытый изоляционным материалом электрод 2, образующий вместе со стенками цилиндрический конденсатор. При колебаниях уровня жидкости емкость конденсатора меняется. Величина ее измеряется электронным блоком 3, выдающим сигнал в блок 4, являющийся релейным элементом в схемах сигнализации или указывающим в схемах измерения уровня.



Для измерения электрической емкости используются резонансные или мостовые схемы. Резонансные схемы применяются в сигнализаторах уровня типа СУС, служащих для контроля уровня жидких и сыпучих сред с различными физическими свойствами. Электрическая схема сигнализатора уровня приведена на рис.



В контур высококачественного генератора, состоящего из лампы L_1 , катушки индуктивности L_1 и конденсаторов C_1 и C_2 , включен электрод $C_{пр}$. Переключатель B служит для выбора верхнего и нижнего пределов измерения, а конденсатор C_3 – для подгонки емкости преобразователя и настройки прибора. Если отсутствует измеряемая среда, схема работает в режиме генерации, на сетку лампы подается отрицательное смещение и анодный ток имеет минимальное значение. Когда электрод погружается в среду, емкость его увеличивается. При изменении емкости на 5 пФ происходит срыв высокочастотных колебаний, анодный ток лампы L_1 резко возрастает и выходное реле P , включенное в анодную цепь лампы, срабатывает, в результате чего включается цепь сигнализации.

Мостовая схема емкостного индикатора уровня типа ЭИУ, показанная на рис. Состоит из генератора высокой частоты, моста переменного тока и диодного детектора. Генератор собран на электронной лампе L_1 , имеет колебательный контур, образованный катушкой индуктивности L_1 и конденсатором C_1 ; конденсатор C_2 является емкостью связи контура с лампой.

Два плеча измерительного моста состоят из катушек индуктивности L_2 и L_3 а два других – из емкости преобразователя $C_{пр}$ и переменного конденсатора C_3 , с помощью которого мост настраивается на начальный уровень измеряемой среды. При изменении уровня контролируемой среды меняется емкость преобразователя $C_{пр}$, вследствие чего нарушается равновесие моста. Высокочастотное напряжение разбаланса, снимаемое с диагонали моста, детектируется диодами D_1 , D_2 , D_3 , D_4 через переменное сопротивление R подается на местный измерительный прибор (милливольтметр mV) и через клеммы 1 и 2 – на дистанционные вторичные приборы. Уровнемеры, работающие по этой схеме, состоят из емкостного преобразователя, электронного блока, местного и дистанционного указателей уровня. Преобразователь монтируется на крышке резервуара таким образом, чтобы электрод его располагался внутри объекта.

Контролируемыми средами прибора могут быть проводящие и непроводящие электрический ток жидкости, порошкообразные и гранулированные материалы. Емкостные приборы обладают большой чувствительностью и быстродействием, имеют малые габариты и массу. Работа их не зависит от величины начальной емкости.

Недостатками этих уравнимеров являются зависимость показаний от температуры и давления, влияющих на величину диэлектрической проницаемости контролируемой среды, и ограниченная длина соединительных проводов между преобразователем и вторичным прибором.

Пределы измерения уровня 0 – 10 м; наибольшее расстояние от электронного блока до

дистанционного указателя 1000 м; погрешность не более 2,5 %; питание от сети напряжением 220 В.

Порядок проведения работ.

1. Изучается схема лабораторной установки на виртуальном стенде.
2. На компьютере включается 4 – лабораторная работа и открывается сосуд 3 жидкостью.
3. По заданию преподавателя при различных значениях уровня жидкости снимается показания миллиамперметра 7 и записывается в таблицу 1.
4. С помощью формулы 1 определяется емкость при различных заданных значениях. (1)
5. Ёмкостное сопротивление определяется по формуле:

$$X_c = \frac{1}{2\pi} f c$$

здесь, $\pi=3,14$; $f=50$ Гц частота тока.

6. Сила тока определяется по следующей формуле и записывается в таблицу 1.

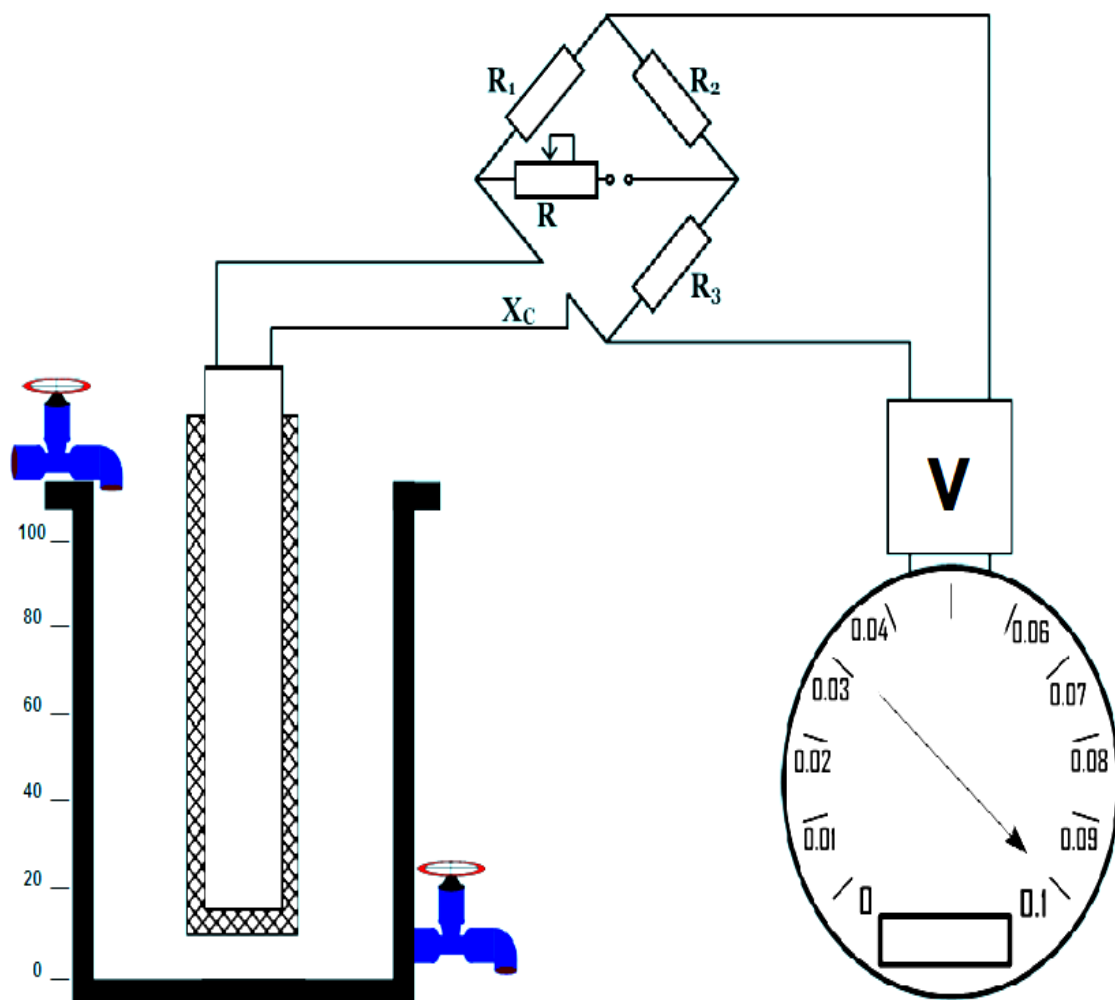
$$I = \frac{U}{\sqrt{R_n^2 + X_c^2}}$$

7. С помощью формул определяются абсолютная, относительная и приведенная погрешности и записывается в таблицу 1.
8. Ответить на контрольные вопросы.

$$C = 0,24 \frac{\varepsilon_{ж} \cdot h + \varepsilon_{cp}(H - h)}{\lg \frac{D}{d}} \quad (1)$$

Табл 1.

высота столба жидкости h, мм	показание миллиамперметра J, мА	расчетная сила тока J _p , мА	погрешности		
			абсолютная	относительная	приведенная



Лабораторная работа №5.

Методы измерения расхода жидкостей газов и паров, градуировка стеклянного ротаметра.

Цель работы:

1. Изучить методы измерения расхода.
2. Ознакомиться с комплектом приборов, применяемых для измерения расхода методом постоянного перепада давлений.
3. Ознакомиться с жидкостным счетчиком.
4. Выполнить градуировки стеклянного ротаметра РС.

Ход работы.

Различают объемные и массовые расходы жидкостей, газов и паров. Объемный расход измеряют в $\text{м}^3/\text{ч}$ или $\text{л}/\text{ч}$, а массовый в $\text{кг}/\text{ч}$ или $\text{т}/\text{ч}$. Расходомерами называют приборы предназначенные для измерения расхода вещества. По принципу действия различают расходомеры переменного постоянного перепада давления, скоростного напора, переменного уровня, индукционные, тахометрические и другие.

Расходомеры переменного перепада давления применяются для измерения

расхода жидкостей, газов и паров. В этих расходомерах расход вещества преобразуется в изменении перепада давления, которые измеряются специальными дифференциальными манометрами.

Расходомеры постоянного перепада давления применяют для измерения расхода различных жидкостей. В этих расходомерах расход жидкости преобразуется непосредственно в линейное перемещение рабочего элемента поплавка, который может быть поршневым, коническим, грибообразным. При увеличении расхода жидкости поплавки поднимается вверх до тех пор пока выталкивающая сила не уравнивается с силой тяжести поплавка.

Действие расходомеров скоростного напора основано на зависимости между расходом протекающего по трубопроводу вещества и измеренным напорной трубкой динамическим (скоростным) напором.

Действие расходомеров переменного уровня основано на измерении высоты уровня жидкости в сосуде при непрерывном поступлении и свободном истечении ее из сосуда через отверстие в случае изменения расхода жидкости.

Установка для градуировки ротаметров типа РС состоит из центробежного насоса, сливного бака, мерного бака, снабженного уровнемерным стеклом, стеклянного ротаметра, жидкостного счетчика для измерения количества жидкостей, протекающих через трубопровод.

Для градуировки ротаметра РС-5 необходимо посредством вентилей Т, установить расход, соответствующей первой оцифрованной отметки стеклянного ротаметра. Затем гибким шлангом жидкость направляется в мерный бак и одновременно включают секундомер.

Когда мерный бак будет заполнен до определенного уровня, отсчитываемого по уровнемерному стеклу, секундомер выключают. Часовой расход (в м³/ч) определяют по формуле:

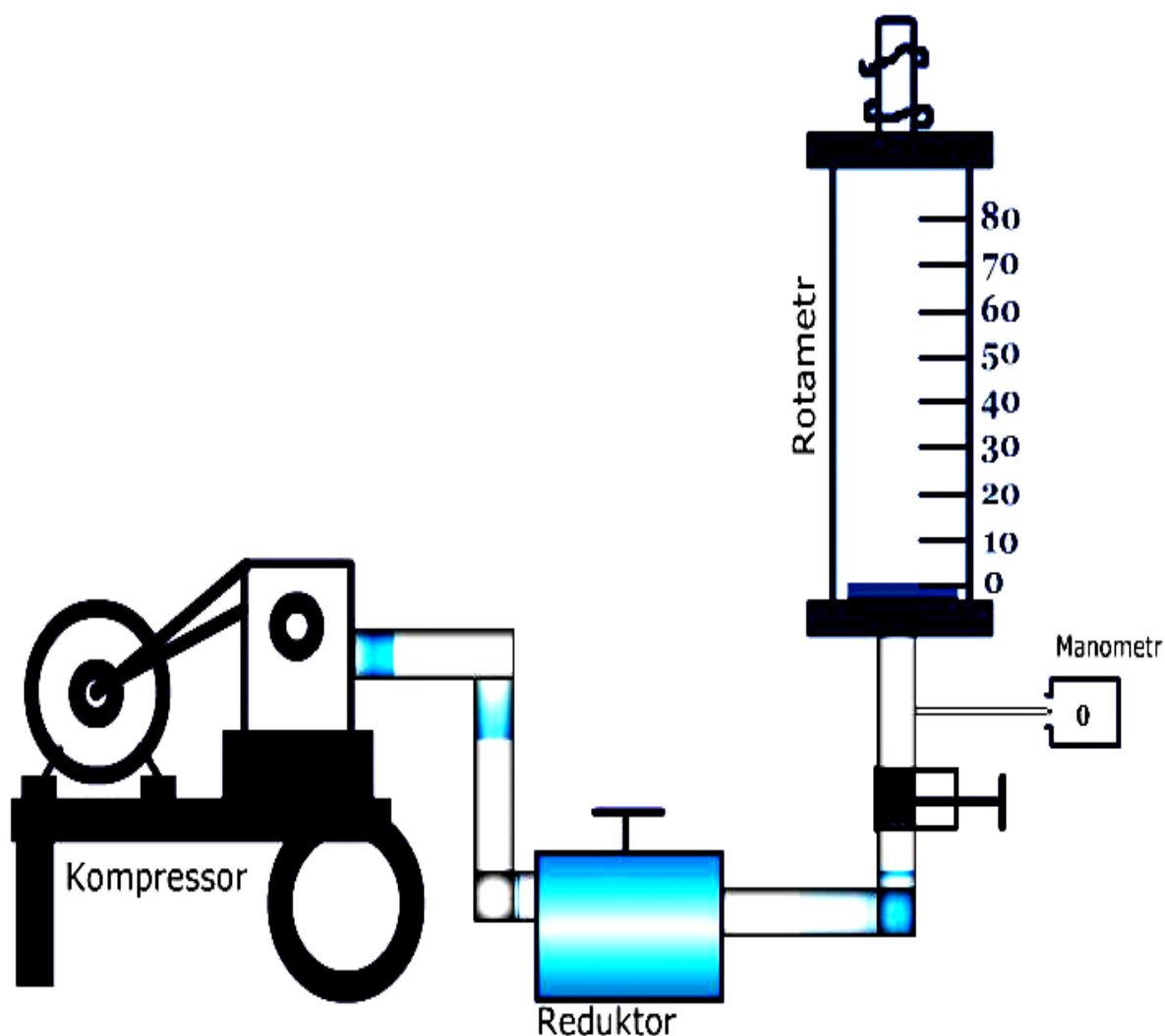
$$V=3600y/T, \text{ где}$$

y - объем жидкости, поданный в мерный бак

T- время наполнения мерного бака (сек).

Измерения производят в 5 -6 точках (20, 40, 60, 80, 100%) и по полученным данным, которые вносят в таблицу, строят градуировочную кривую.

Показания по шкале прибора %	Объем жидкости в мерном баке Л	Время заполнения сек.	Действительное значение расхода л/ч.



Лабораторная работа №6.

Настройка и поверка пневматического вторичного прибора типа ПВ 10.1 Э.

Цель работы:

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия пневматического вторичного прибора типа ПВ 10.1 Э.
2. Определение погрешностей прибора.

Содержание работы.

Пневматические системы широко применяют в нефтехимической промышленности для контроля технологических процессов и управления ими. Объекты в этом случае оснащают пневматическими измерительными преобразователями и исполнительными устройствами, которые соединяют с регуляторами и другими техническими средствами пневматическими трубками. Применение пневматических систем объясняется их взрыво- пожаро безопасностью, высокой надежностью, простотой обслуживания, сравнительно небольшой стоимостью.

Однако они имеют ограниченное быстродействие что обусловлено конечной скоростью распространения сигналов в пневмолиниях, а это отрицательно сказывается на качестве управления.

Тем не менее, обычно это не сдерживает их применения при автоматизации процессов, инерционность большинства которых часто исчисляется несколькими минутами, а иногда и часами. По этому даже при большой протяженности пневмолиний запаздывание распространения сигнала в них не приводит к заметному влиянию на переходной процесс и ухудшению качество регулирования.

Пневмосистемы комплектуются из устройств, входящих в состав комплексов «Старт», «Центр», «Режим» и другие. Они используются в качестве локальных систем регулирования и систем нижнего уровня иерархии АСУ ТП.

Вторичные приборы пневматические показывающие и самопишущие предназначены для контроля технологических переменных – давления, расхода, уровня, температуры, состава веществ и других параметров, величины которых могут быть преобразованы в унифицированный аналоговый сигнал давления сжатого воздуха в пределах от 0,02 до 0,1 МПа.

Измерительные элементы вторичных приборов основаны на принципе компенсации усилий: усилие на приемном (чувствительном) элементе, возникающее от входного давления, уравнивается усилием от натяжения пружины обратной связи. Приборы позволяют измерять либо измерять и регистрировать один, два или три параметра, могут иметь дополнительно устройство сигнализации о выходе параметра за пределы заданного диапазона, станцию управления. В самопишущих приборах используются электрический (Э) или пневматический (П) приводы диаграммной ленты.

Для питания приборов используется сжатый воздух давлением $0,14 \pm 0,014$ МПа.

Действие прибора основано на компенсационном принципе измерения, заключающемся в уравнивании усилий.

Изменение измеряемого параметра (в виде давления сжатого воздуха) вызывает перемещение дна сильфона 1 и связанного с ним рычага 3. При этом изменяется зазор между соплом 2 и заслонкой, находящейся на нижнем конце рычага 3, что приводит к изменению давления сжатого воздуха в линии сопла 2 и силовом элементе 5. В результате этого изменяется величина прогиба чашечной мембраны силового элемента 5, что вызывает перемещение рычага 4, связанного тросиком и пружиной обратной связи с нижнем концом рычага 3.

Таким образом, на рычаге 3 уравниваются усилия, возникающие на приемном и силовом элементах. Изменение величин этих усилий приводит к пропорциональному изменению степени сжатия пружины обратной связи. Так как нижней конец рычага 3 при работе практически не изменяет положения, изменение величин усилий вызывает пропорциональное им перемещение рычага 4, которое и передается на указатель 6 прибора.

Вторичный прибор имеет три вертикальные шкалы и обеспечивает показания (по левой шкале) или запись на диаграммной ленте текущего значения регулируемой величины, указание сигнала задания (по средней шкале) и выходного сигнала (по правой шкале), Ст У предназначена для обеспечения работы АСР в трех режимах (ручного дистанционного управления Р, автоматического регулирования А и программного регулирования АП) и для плавного перехода с одного режима на другой. Органами управления Ст У являются пятикнопочный переключатель и ручной задатчик. При ручном управлении регулирующей сигнал P_x формируется задатчиком, а при автоматическом и программном регулировании – автоматическим регулятором.

Сигнал задания P_u при автоматическом режиме устанавливается задатчиком, а при программном регулировании – программным задатчиком. Кнопки переключателя расположены слева направо в следующем порядке: Р (ручное управление), А (автоматическое регулирование), АП (программное регулирование) вкл (включение регулятора) и откл (отключение регулятора). Одновременно могут быть включены только две кнопки: одна из

кнопки Р, А, АП и одна из кнопок вкл и откл.

Для выполнения лабораторной работы нужны:

1. компрессор
2. редуктор
3. прибор типа ПВ 10.1 Э
4. соединительные трубки
5. 8 заглушек.

Описание лабораторной установки:

Настройка пневматического вторичного прибора типа ПВ 10.1 Э осуществляется следующим образом:

Для ручного управления нажимаем кнопку Р, сжатый воздух питания необходимое для работы прибора устанавливается редуктором. Входной сигнал подаётся на исполнительный механизм, сравниваются значение входного сигнала и текущее значение снятое по показанию левой шкалы. В результате настройки определяются абсолютная относительная, приведенная погрешности прибора.

Порядок выполнения работы.

1. Поверка прибора в лабораторном стенде осуществляется в следующей последовательности,

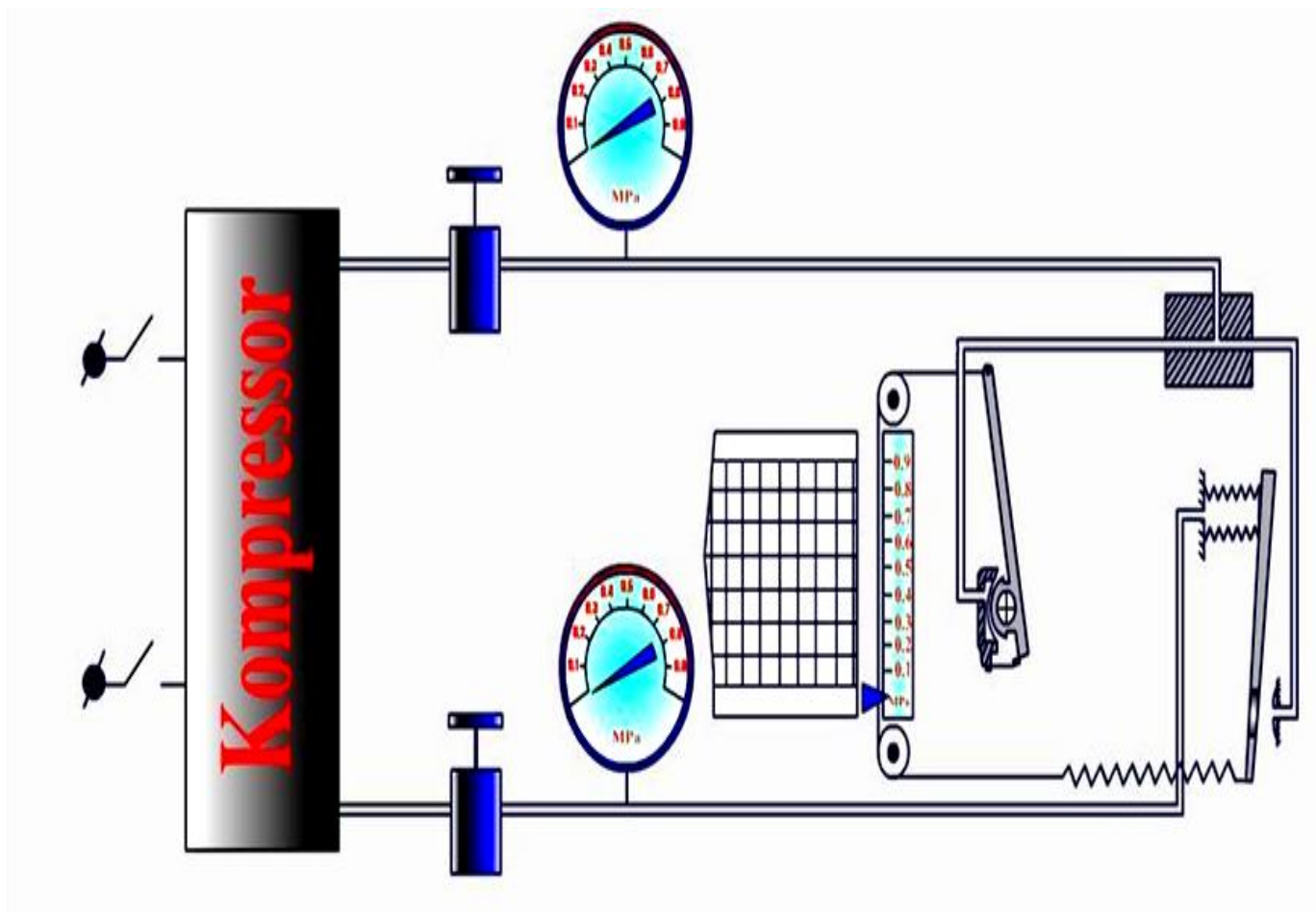
а) 54 – штуцер соединяется со штуцером питания 4 – штуцер прибора ПВ 10.1 Э закрывается заглушкой.

б) 10 – штуцер ПВ 10.1 Э соединяется со штуцером 43.

2. Включается компрессор. Давление питания регулируется редуктором. Давления питания должно быть не больше $P=1,4 \text{ кгс/см}^2$.

Таблица

Давление, кПа		Погрешности		
заданное значение	показание прибора	абсолютная, кПа	относительная, %	приведенная, %



Контрольные вопросы.

1. Принцип действия пневматического прибора ПВ 10.1 Э.
2. Назовите диапазон изменений входных и выходных пневматических сигналов.
3. Назовите значение давления питания.

Лабораторная работа №7

Измерение плотности жидкости пьезометрическим плотномером

Цель работы. Ознакомиться с принципом действия и конструкцией пьезометрического плотномера ПМ, определить плотность жидкости и выполнить проверку показаний прибора.

Описание установки и методика выполнения работы. Работа выполняется на установке (рис.13), состоящей из плотномера с датчиком погружного типа 2, мембранного дифманометра МС-П1 8 с пневматической передачей и вторичного прибора ПВ4.2Э 9.

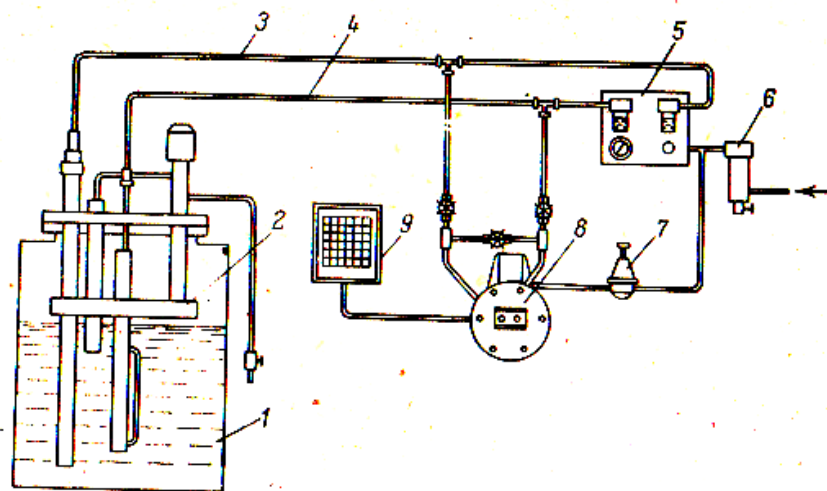


Рис.7. Установка для поверки пьезометрического плотномера с датчиком погружного типа

Сжатый воздух, очищенный в фильтре 6, через блок питания 5, состоящий из двух контрольных стаканчиков, редуктора 7 и манометра, подается в пьезометрические трубки 3 и 4, первая из которых опущена в исследуемую жидкость 1, а вторая - в эталонную. Исследуемую жидкость заливают через воронку в пространство внутри защитных чехлов импульсных трубок. После определения плотности жидкость сливают.

Погрешность измерений плотномера ПМ определяют сравнением его показаний с показаниями лабораторного ареометра, принимаемыми за действительные значения измеряемой величины. Погрешность определяют в четырех точках шкалы плотномера, применяя четыре жидкости с различной плотностью. Результаты эксперимента заносятся в табл.

Порядок выполнения работы.

Необходимо:

- 1) заполнить датчик плотномера эталонной жидкостью;
- 2) подать редуктором 7 сжатый воздух давлением 0,14 МПа для питания дифманометра МС-П1. Давление сжатого воздуха контролируется по правому манометру;
- 3) установить редуктором блока питания давление воздуха на входе в контрольные стаканчики в пределах 0,08 - 0,1 МПа. Величина давления определяется по показаниям манометра блока питания;
- 4) регулируемыми вентилями блока питания установить оптимальный расход воздуха, поступающего в пьезометрические трубки плотномера;
- 5) измерить плотность первой жидкости плотномером ПМ. Для этого в датчик плотномера залить 500 мл этой жидкости и отсчитать показания по шкале вторичного прибора. Слить жидкость из датчика. Аналогично замерить плотности остальных жидкостей плотномером ПМ;
- 6) определить плотности этих же жидкостей ареометром. Занести полученные данные в табл. и рассчитать погрешности измерений.

Жидкость	Показания		Погрешность	
	ареометра	плотномера ПМ	абсолютная	приведенная относительная

Список литературы

Основные:

1. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.И., Гуломов Ш.М., - Ташкент: Преподаватель, 2011.-576с.
2. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.И., Гуломов Ш.М., - Ташкент: Преподаватель, 1997.-704с.
3. Alan S. Moris, Reza Langari. Measurement and Instrumentation.-UK: Academic Press, 2016.-697 p.

Дополнительные

1. Юсупбеков Н.Р., Мухамедов Б.И., Гуломов Ш.М., - Ташкент: Преподаватель, 2010.-224 с.
2. Зайцев С.А., Грибанов Д.Д., Толстов А.Н., Меркулов Р.В. Контрольно-измерительные приборы и инструменты.- М.:Академия, 2002.-464 с.
3. Иванова Г.М., Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С., Теплотехнические измерения и приборы.-М.:МЭИ,2005.-460 с.
4. Гультияев А.К. Визуальное моделирование в среде МАТЛАБ. Учебный курс.-СПб.:Питер. 2000.-432 с.
5. SIMULINK–моделирование в среде MATLAB. Учебное пособие.-М.: МГУИЭ.2002.-128с.
6. Калиниченко А.В. Справочник инженера по КИП и А.- М.:Инфра Инженерия, 2008.-504 с.
7. Кузнецов Н.Д., Чистяков В.С. Сборник задачи вопросов по “Теплотехнические измерения и приборы”. М.: МЭИ, 2005.
8. Бельдеева Л.Н. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 1. Алтай: АлтГТУ, 2002. – 70 с.
9. Бельдеева Л.Н. Технологические измерения на предприятиях химической промышленности. Часть 2. Алтай: АлтГТУ, 2002. – 100 с.

Электронные ресурсы

1. <http://www.ziynet.uz>
2. <http://www.elibrary-book.ru>
3. <http://www.books.ru>
4. <http://www.radiosovet.ru>

