Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

Борисовский государственный политехнический колледж

**Контрольная работа**

по дисциплине

**ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ**

Проверил:

**2009 г.**

Содержание

[Как подразделяются средства измерения в зависимости от назначения?](#_Toc251688839)

[Что такое чувствительность термоэлектрического термометра?](#_Toc251688840)

[Автоматические уравновешенные мосты](#_Toc251688841)

[Емкостные уровнемеры](#_Toc251688842)

[Литература](#_Toc251688843)

## Как подразделяются средства измерения в зависимости от назначения?

В зависимости от назначения, а вместе с тем и от той роли, которую выполняют различные средства измерений (меры, измерительные приборы и преобразователи) в процессе измерения. Они делятся на три категории:

рабочие меры, измерительные приборы и преобразователи;

образцовые меры, измерительные приборы и преобразователи;

эталоны.

Рабочими средствами измерений называются все мер, приборы и преобразователи, предназначенные для практических повседневных измерений во всех отраслях народного хозяйства. Они подразделяются на средства измерений повышенной точности (лабораторные) и технические.

Образцовыми называются меры, приборы и первичные преобразователи (например, термоэлектрические термометры, термометры сопротивления), предназначенные для проверки и градуировки рабочих мер, измерительных приборов и преобразователей. Верхний предел измерений образцового прибора должен быть равен или больше верхнего предела измерений проверяемого прибора. Допускаемая погрешность образцового прибора или измерительного устройства в том случае, когда поправки к его показаниям не учитываются, должны быть значительно меньше (в 4 - 5 раз) допускаемой погрешности испытуемого прибора.

Рабочие меры, измерительных приборов и преобразователи проверяются в институтах мер измерительных приборов и в контрольных лабораториях системы Государственного комитета стандартов, мер и измерительных приборов.

Образцовые меры, измерительные приборы и первичные преобразователи, предназначенные для проверки рабочих, проверяются в

Государственных институтах мер и измерительных приборов и в Государственных контрольных лабораториях 1-го разряда по еще более точным мерам, приборам и преобразователям, т.е. образцовым средствам измерений более высокого разряда (например, образцовые приборы 2-го разряда проверяются методом сравнения с образцовыми приборами 1-го разряда). Образцовые меры, приборы и преобразователи высшего в данной области измерения разряда (1-го разряда) проверяют в Государственных институтах мер и измерительных приборов по соответствующим рабочим эталонам.

Меры, измерительные приборы и первичные преобразователи служащие для воспроизведения и хранения единиц измерения с наивысшей (метрологической) точностью, достижимой при данном уровне науке и техники, а также для проверки мер, приборов и преобразователей высшего разряда, называются эталонами.

## Что такое чувствительность термоэлектрического термометра?



В основу измерения температур с помощью термоэлектрических термометров положены термоэлектрические явления, открытые Зеебеком в 1821 г. Применение этих явлений к измерению температур основано на существовании определенной зависимости между термо - э. д. с., устанавливающийся в цепи, составленной из разнородных проводников, и температурами мест их соединения. Если взять цепь, составленную из двух различных термоэлектрические однородных по длине проводников А и В (например медь и платина), то при подогреве спая 1 в цепи появляется электрический ток, который в более нагретом спае 1 направлен от платины В к меди А, а в холодном спае 2 - от меди к платине. При подогреве спая 2 ток получает обратное направление. Такие токи называются термоэлектрическими. Электродвижущая сила, обусловленная неодинаковыми температурами мест соединения 1 и 2, называются термоэлектродвижущей силой, а создающий ее преобразователь - термоэлектрическим первичным преобразователем или термометром (употреблявшееся название - термопара).

Для объяснения механизма возникновения термо - э. д. с. воспользуемся электронной теорией, которая основывается на представлении о наличии в металлах свободных электронов. В различных металлах плотность свободных электронов (число электронов в единице объема) неодинакова. Вследствие этого в местах соприкосновения двух разнородных металлов, например, в спае 1 электроны будут диффундировать из метала А в металл В с меньшей плотностью свободных электронов в большем количестве, чем обратно из металла В в металл А. Возникающее при этом в месте соединения электрическое поле будет препятствовать этой диффузии, и когда скорость диффузионного перехода под влиянием установившегося определенного поля, наступит состояние подвижного равновесия. При таком состоянии между металлами А и В возникает некоторая контактная разность потенциалов. Так как плотность свободных электронов зависит также и от температуры места соединения металлов А и В, то в месте соприкосновения этих проводников при любых температурах возникает э. д. с. называемая контактной термо - э. д. с., значение которой зависят от природы металлов А и В и температуры t места их соприкосновения.

## Автоматические уравновешенные мосты

Автоматические уравновешенные мосты широко применяются в различных отраслях промышленности для измерения и записи температуры в комплекте с термометрами сопротивления. Они могут быть использованы для измерения, записи и сигнализации или регулирования температуры. В этом случае автоматические уравновешенные мосты, так же как и автоматические потенциометры, снабжаются дополнительным устройством для сигнализации или регулирования температуры. Некоторые модификации уравновешенных мостов снабжаются реостатными преобразователями для дистанционной передачи показаний. Автоматические уравновешенные мосты находят также применение для измерения других величин изменение значений которых может быть преобразовано в изменение активного электрического сопротивления.

Автоматические уравновешенные мосты являются техническими приборами высокого класса точности. Они бывают показывающие, показывающие и самопишущие с записью на дисковой и ленточной диаграмме. Приборы с дисковой диаграммной бумагой служат для измерения и записи температур в одной точке и называются одноточечными. Уравновешенные мосты с ленточной диаграммой изготовляются как одноточечные, так и многоточечные, т.е. для измерения и записи температуры в одной или нескольких (3, 6,12) точках.

Питание измерительной схемы уравновешенных мостов осуществляется напряжением переменного тока 6,3 В, частотой 50 Гц от вторичной обмотки силового трансформатора усилителя. Питание силовой цепи приборов производится от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Применяемые усилители в уравновешенных мостах обычно снабжаются входным трансформатором.

Автоматические уравновешенные мосты, предназначенные для работы в комплекте с термометрами сопротивления, выпускаются с градуировкой шкалы в градусах Цельсия. При этом необходимо иметь в виду, что их температурная шкала действительна только для термометра сопротивления определённой градуировки заданного значения сопротивления внешней соединительной линии.

Для автоматических уравновешенных мостов, установлены автоматическим потенциометрам классы точности (по показаниям), а именно 0,25; 0,5; 1,0; 1,5 (ГОСТ 7164-71).

Пределы допускаемой основной погрешности показаний автоматических уравновешенных мостов, выраженные в процентах, на всех отметках шкалы не должно превышать: ±0,25; ±0,5; ± 1,0 1,5% - для класса точности 0,25; 0,5; 1,0; 1,5.

В настоящее время выпускаются автоматические уравновешенные мосты типов КПМ, КВМ, КСМ. Эти приборы удовлетворяют в большей степени современным требованиям промышленности по сравнению с ранее выпускаемыми автоматическими уравновешенными мостами МП, ЭВМ, ЭМД, МС и др.

Автоматические уравновешенные мосты, по конструктивному их оформлению можно разделить на следующие основные группы: показывающие типы КПМ1 и КВМ1; показывающие и самопишущие с ленточной диаграммой типа КСМ1, КСМ2 и КСМ4; показывающие и самопишущие с дисковой диаграммой типа КСМ3. Приборы этих типов, выпускаемые в нескольких модификациях, применяются также для сигнализации или регулирования температуры.

## Емкостные уровнемеры

Емкостные уровнемеры широко применяют для сигнализации и дистанционного измерения уровня однородных жидкостей в различных объектах в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности. Емкостные уровнемеры могут быть использованы для измерения уровня жидкостей, находящихся под давлением до 25 - 60 кгс/см2 (2,5 - 6,0 Мпа) и имеющих температуру от - 40 до 200єС. Эти ограничения обусловленные надежностью применяемой изоляции для изготовления общепромышленных первичных преобразователей емкостных уровнемеров.

Емкостные уровнемеры не могут быть использованы для измерения уровня вязких (более 0,980 Па·с), пленкообразующих, кристализирующих и выпадающих в осадок жидкостей, а также взрывоопасных сред.

Действие рассматриваемых уровнемеров основано на измерение электрической ёмкости первичного преобразователя, изменяющейся пропорционально изменению контролируемого уровня жидкости в резервуаре. Первичный преобразователь, преобразующий изменение уровня жидкости в пропорциональное изменение емкости, представляет собой, например, цилиндрический конденсатор, электрод которого расположены коаксиально. Для каждого значения уровня жидкости в резервуаре емкость первичного преобразователя определяется как емкость двух параллельно соединенных конденсаторов, один из которых образован частью электродов преобразователя и жидкостью, уровень которй измеряется, а второй - остальной частью электродов преобразователя и воздухом или парами жидкости.

При применение емкостных уровнемеров необходимо иметь в виду, что измеряемый уровень жидкости функционально связан с диэлектрической проницаемостью веществ. Поэтому при измерение уровня жидкости емкостным уровнемером следует учитывать, что значение диэлектрической проницаемости жидкости изменяется с изменением температуры её.

В зависимости от электрических характеристик жидкости, уровень которых измеряют емкостным методом, разделяют на неэлектропроводные и электропроводные. Такое деление жидких диэлектриков имеет некоторую условность, но является практически целесообразным. жидкости, имеющим удельное сопротивление ρ > 107 ч 108 Ом · м и относительную диэлектрическую проницаемость εж ≤ 5 ч 6, относятся к группе неэлектропроводных, а жидкости имеющие ρ ≤ 105 ч 106 Ом · м и εж ≥ 7ч10, относятся к группе электропроводных. Следует отметить, что удельное электрическое сопротивление и диэлектрическая проницаемость жидкостей в большой степени зависят от частоты напряжения, на которой производится измерение уровня. Вследствие различия электрических характеристик жидкостей емкостные преобразователи уровнемеров выполняют различными. Принципиальное различие состоит в том, что один из электродов преобразователя для измерения уровня электропроводных жидкостей покрывается электрической изоляцией, а электроды преобразователей для неэлектропроводных жидкостей не изолируют. Некоторые типы емкостных уровнемеров находят применение для сигнализации и дистанционного измерения уровня сыпучих тел с постоянной влажностью.



Рис.1. Схема устройства емкостного преобразователя для измерения уровня неэлектропроводных жидкостей.

На рис.1 приведена схема устройства емкостного преобразователя уровнемера, выполненного в виде цилиндрического конденсатора из двух коаксиально расположенных стальных труб 2 и 3. Преобразователь окружен в резервуаре 1, в котором производится измерение жидкости.

Cпр - Емкость преобразователя

Спр = С1 + Сon

Con - начальная емкость преобразователя на рабочем участке высотой Н, заполненном воздухом.

Сon= (2πε0Н) **/** ln \* (r2/r1)

С1 - емкость проходного изолятора 4 и соединительного кабеля.

С2 - емкость преобразователя на участке высоты H - h, заполненном воздухом и парами жидкости.

r1 и r2 - радиусы электродов 3 и 2, м.

С2= (2πε0 ε 2 (Н-h)) **/** ln \* (r2/r1)

С3 - емкость преобразователя на участки высотою h, заполненной жидкостью.

С3 = (2πε0 εж h) **/** ln \* (r2/r1)



Рис. 2 Схема устройства емкостного преобразователя для измерения уровня электропроводных жидкостей.



Рис.3 Эквивалентная электрическая схема преобразователя

На рис.2 приведена схема устройства емкостного преобразователя для измерения уровня электропроводности жидкости. Один электрод преобразователя выполнен в виде металлического стержня 1, наружная поверхность которого покрыта изоляцией 2, например фторопластом. Вторым электродом служит цилиндрическая стенка резервуара 3, в котором измеряют уровень жидкости. Такая схема преобразователя используется в емкостном индикаторе уровня ЭИУ-2. На рис.3 изображена эквивалентная электрическая схема этого преобразователя. Здесь С1 - емкость проходного изолятора 4 и соединительного кабеля, значение которой не зависит от среды, находящейся в резервуаре; С2 - емкость, образованная наличием на электроде 1 изоляционного покрытия 2 с диэлектрической проницаемостью ε2 на участке длиной H -h; С3 - емкость между наружной поверхностью изолированного электрода 1 и стенкой резервуара 3 на участке высотой H -h, где диэлектриком являются воздух и пары жидкости, уровень которого измеряют; С4 - емкость, образования наличием на электроде 1 изоляционного покрытия с диэлектрической проницаемостью на участке высотою h, соприкасающемся с проводящей жидкостью; С5 - емкость между наружной поверхностью изолированного электрода 1 и стенкой резервуара 3 на участке высотою h.

Емкость преобразователя, отнесенная к зажимам (а), определяется по формуле

Спа = С1 + С4С5/ (С4+С5)

Наличие сопротивлений утечек R1 и R3 в выходном параметре преобразователя приводит к появлению дополнительного сигнала, фаза которого будет сдвинута относительно основного сигнала так же, как в уровнемере для измерения уровня неэлектропроводной жидкости.

**Задача № 1.**

Образцовый прибор показывает при поверке температуру t2. а поверяемый прибор - t1, оС. Определить погрешность измерения.

РЕШЕНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| t1 = 118єCt2 = 115єC | Абсолютная погрешность определяется по формуле:∆ = x - xдГде: xд - действительное значение измеряемой величины t2.x - показания прибора t1.∆ = 115 - 118 = - 3єС |
| -----------------∆ =?  | Ответ: абсолютная погрешность - 3єС |

**Задача № 2.**

Определите вариацию показаний жидкостного дифференциального тягонапоромера тип ТДЖ (0-1600), абсолютную или относительную погрешности, если даны его показания при прямом и обратном ходе измерений.

РЕШЕНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| Т, Д, Ж - (0-1600)Пря. ход. = 50,8ПаОбр. ход. = 50,5 Па | Вариация - определяется по формуле:Где: ΔV - наибольшая разность показаний, полученная при одном и том же значении измеряемой величины при прямом и обратном ходе;Nн - начальное значение шкалы;Nк - конечное значение шкалы.  |
| ------------------------ |

V - ?

Абсолютная погрешность:

∆ = X - Xд = 50,5 - 50,8 = - 0,3Па

Относительная погрешность:

%

Ответ: V = - 0,0188%

**Задача № 3.**

Милливольтметр имеет равномерную шкалу, разделенную на 50 интервалов. Зная нижний и верхний пределы измерения, определите цену деления шкалы и чувствительность милливольтметра.

РЕШЕНИЕ

|  |  |
| --- | --- |
| n = 50Nн = - 20 мВNк = 20 мВ | Цена деления шкалы определяется по формуле: = 0,8 мВНаходим чувствительность прибора: 0,125 мВ-1 |
| --------------------ц. д. - ?ρ - ?  | Ответ: ц. д = 0,8 мВ; ρ = 0,125мВ-1 |

## Литература

1. В.П. Преображенский “Теплотехнические измерения и приборы" Москва 1978 год.