



Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство морского и речного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
имени адмирала С. О. МАКАРОВА**

КАФЕДРА ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКИ

В. Н. Лебедев

**ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ФАКТОРОВ,
ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ГРУЗ**

Учебно-наглядное издание

Санкт-Петербург
2014

Лебедев В.Н. Приборы для контроля параметров факторов, действующих на груз: учебно-наглядное издание. - СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2014. – 65 с.

Рекомендовано к применению на заседании кафедры транспортной логистики.
Протокол № от

© ФГБОУ ВО ГУМРФ имени адмирала С.О.Макарова, 2014
© Лебедев В.Н., 2014

Учебно-наглядное издание
«Приборы для контроля параметров факторов,
действующих на груз» предназначены для практических
целей изучения дисциплины «Технология перевозок»
направления бакалавриата « 180500.62 и «Организация
транспортных услуг и безопасность перевозки»
направления бакалавриата № 190700.62.
Может быть использовано для иных специальностей и
направлений, связанных с вопросами безопасности
перевозок грузов на морских и речных судах.
Содержит наглядное изображение и краткую
характеристику приборов для определения параметров
факторов, действующих на груз.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ.....	5
2. ТЕРМОМЕТРЫ.....	9
3. ПИРОМЕТРЫ.....	26
4. ПСИХРОМЕТРЫ.....	29
5. ГИГРОМЕТРЫ.....	35
6. БАРОМЕТРЫ И БАРОГРАФЫ.....	39
7. АНЕМОМЕТРЫ.....	45
8. АРЕОМЕТРЫ И ДЕНСИМЕТРЫ.....	51
9. ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ.....	55
10. ВИСКОЗИМЕТРЫ.....	62

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФАКТОРОВ

Действие внешних и внутренних факторов в реальных условиях плавания имеет многогранный характер и негативное их воздействие на груз можно предотвратить защитно-профилактическими мерами, одной из которых является применение приборов контроля параметров агрессивных факторов.

**В течение рейса груз подвергается воздействию
внешних агрессивных факторов природной среды:**

- **температура наружного воздуха**
- **температура трюмного воздуха**
- **влажность воздуха**
- **состав газовой среды грузового помещения**
- **температура забортной воды**
- **соленость морской воды**

На груз влияют также внутренние агрессивные факторы, обусловленные проходящими в них физическими, химическими и биологическими процессами.

Грузы при этом выделяют:

- **тепло**
- **влагу**
- **химически активные газы.**

Приборы контроля параметров агрессивных факторов:

Температура воздуха	Термометры и термографы
Температура груза	Пирометры
Влажность воздуха	Психрометры и гигрометры
Атмосферное давление	Барометры и барографы
Скорость воздуха	Анемометры
Плотность жидкости	Ареометры, денсиметры
Вязкость жидкости	Вискозиметры
Концентрация газа в газовой среде	Газоанализаторы

2. ТЕРМОМЕТРЫ

Типы термометров	Принцип действия
Жидкостные (терм-ры расширения)	Изменение объема жидкости при изменении температуры
Деформационные (терм-ры расширения)	Изменение линейных размеров твердых тел с изменением температуры
Сопротивления (электрические)	Изменение электропроводности тел с изменением температуры
Термоэлектрические (электрические)	Изменение электродвижущей силы термоэлементов при изменении разности температуры сплава
Оптические (волоконно-оптические)	Изменение уровня светимости, спектра или иных параметров при изменении температуры.
Газовые	Зависимость давления или объёма идеального газа от температуры

Жидкостные термометры:

Для заполнения жидкостных термометров применяется:

- очищенная и просушенная ртуть (*ртутные термометры*)
- ректифицированный этиловый спирт (*спиртовые термометры*)
- органические жидкости (*пентан, толуол, этанол и др.*)

Пространство в капилляре должно быть заполнено:

- над столбиком ртути - азотом или инертным газом
- над столбиком спирта - воздухом или парами спирта

Диапазон измерения температур

- Спиртовые : от - 70 до + 60°C.
- Ртутные : от - 30 до +500°C

Ж.Т. представляет собой прозрачный стеклянный (редко кварцевый) резервуар с припаянным к нему капилляром (из того же материала).

Шкала в $^{\circ}\text{C}$ наносится непосредственно на толстостенный капилляр или на пластинку, жестко соединённую с ним

Чувствительность термометра характеризуется длиной в миллиметрах одного градуса шкалы.

Градус делится на части, минимальная часть градуса на шкале называется **ценой деления**.

Устройство жидкостных термометров некоторых типов позволяет фиксировать *минимальное (ТМ-1) и максимальное (ТМ-2)* значение температуры за определенный период времени.

Преимущества ртутного термометра:

- наиболее точен, и близок по показаниям к газовому термометру, который считается эталонным термометром.
- менее остальных подвержен воздействиям посторонних факторов и условий измерения температуры.
- возможна дезинфекция с полным погружением в дезинфицирующий раствор.
- привлекателен по своей цене любому покупателю
- максимально примитивная конструкция термометра, обеспечивает простоту и доступность применения

Недостатки ртутного термометра:

- наличие ртути (ок. 2 г) – опасного вещества для здоровья человека, и стеклянная конструкция «градусника» перечеркивает все преимущества
- большая по времени продолжительность измерения температуры
- достаточно сложное производство.



Термометр технический
ртутный



Термометр спиртовой
«стандартный»



Жидкостный стеклянный

Для измерения температуры в
воздушнопарогазосиловых
установках и трубопроводах.



Технический жидкостный

Для измерения температуры
кипящей воды (в котлах и т.д.)



Специальные вибростойкие

Для измерения температуры в установках, работающих в условиях повышенной вибрации.



Максимальные

Для измерения температуры в дезинфекционных камерах, глубоких и сверхглубоких скважинах.



**Для спецкамер
низкоградусный**



**Для измерения температуры
застывания и помутнения
нефтепродуктов.**



**Для определения фракционного
состава нефтепродуктов**



**Для определения температуры
застывания и помутнения
нефтепродуктов**

Деформационные термометры

Различаются на – биметаллические и манометрические

Биметаллические термометры – из деформационных термометров получили наибольшее применение на практике.

Чувствительным элементом является биметаллическая пластинка (обычно из стали и инваря).

Манометрические термометры - предназначены для измерения теплотехнических параметров и управления внешними электрическими цепями от сигнализирующих устройств приборов.

Подразделяются на дистанционные и местные (с жесткой связью).

Область применения: Электрические отопительные котлы, водонагреватели, термостаты, управление температурными режимами нагревательных элементов различных установок и т.п.).

Термометр биметаллический

Стандартное и специальное исполнение

ТБ из нержавеющей стали



трубные

игольчатые

Термометры манометрические

Термометры манометрические
ТКП, ТГП



Манометрический термометр,
модель 70.



Самописцы-термографы

Позволяют определять значение температуры не только в данный момент, но и ход ее изменения с записью на специальной бумажной ленте.

Биметаллическая пластинка самописца, смонтированная на кронштейне, деформируясь при изменении температуры перемещает стрелку с пером вдоль барабана с лентой, который вращается часовым механизмом с недельным или суточным заводом.



Диапазон регистрируемых температур
от -45°C до $+45^{\circ}\text{C}$
Эксплуатация при температуре наружного воздуха
от -45°C до $+55^{\circ}\text{C}$
Габаритные размеры 130 x 330 x 180 мм, Масса 2 кг

**Термометр-
самописец М-16АС,
М-16АН**

Газовый термометр

Газовый термометр - прибор для измерения температуры, действие которого основано на зависимости давления или объёма идеального газа от температуры.

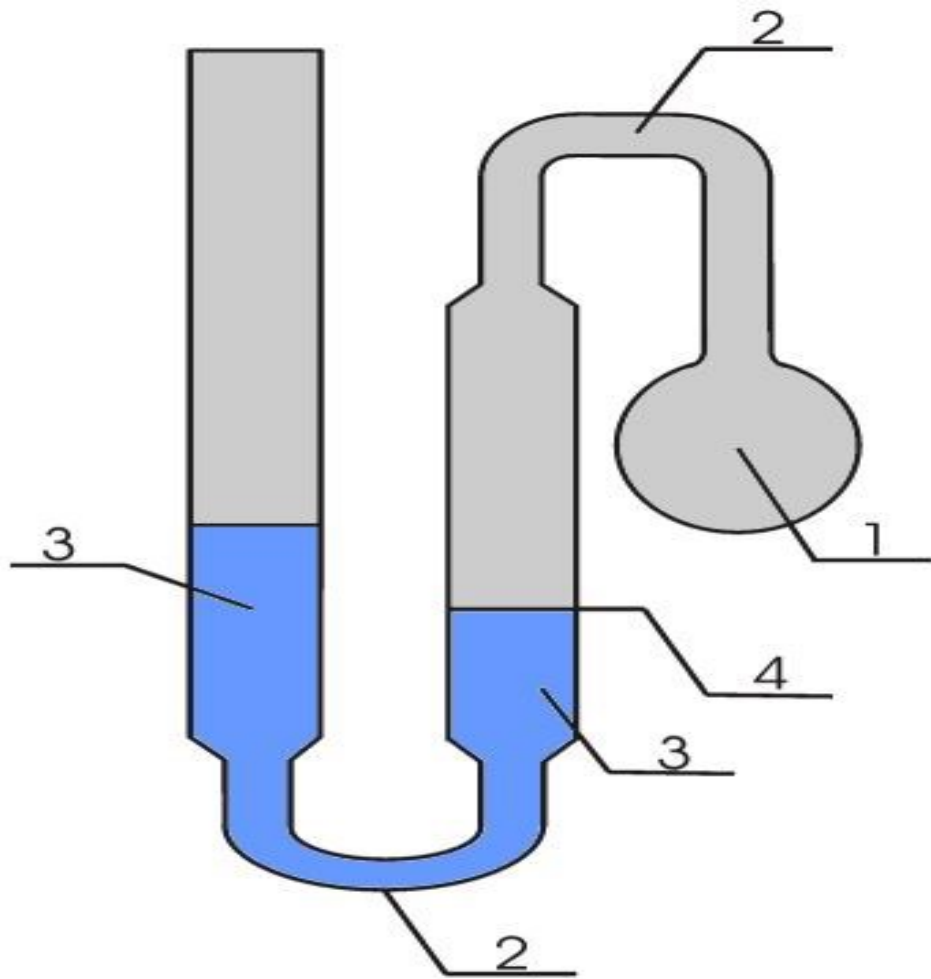
Способ измерения температуры с помощью газового термометра мало зависит от свойств конкретного веществ, используемого в термометре в качестве рабочего тела.

Интервал температуры от 2 до 1300K ($1\text{K} = -273,5^\circ\text{C}$).

В интервале температур, где можно пользоваться обычным ртутным термометром, шкала газового термометра почти совпадает со шкалой ртутного.

Обычно применяются газовые **термометры постоянного объема**, в которых изменение температуры газа пропорционально изменению давления.

Газовые термометры наиболее совершенны, ими обычно пользуются только для проверки термометров другого устройства, более удобных в повседневном применении, чем газовые.



Термометр газовый

1 - сосуд с газом, 2 - соединительные трубки,
3- манометр, 4 - постоянный уровень



Газовый термометр постоянного объема

Оптические термометры

Оптические термометры позволяют регистрировать температуру благодаря изменению уровня светимости, спектра и иных параметров

Волоконно-оптическое измерение температуры - применение оптоэлектронных приборов для измерения температуры.

Структура волоконно-оптической системы измерения температуры состоит из блока формирования сигнала с частотным генератором, лазера, оптического модуля, приемного блока и блока микропроцессора, а также световодного кабеля (кварцевое стеклянное волокно) в качестве линейного температурного датчика.

Типичными случаями применения линейных волоконных температурных датчиков на транспорте являются сферы, связанные с безопасностью, например, системы пожарного оповещения на танкерах, складах промежуточного хранения радиоактивных веществ, контролем герметичности контейнеров с сжиженным природным газом на судах, в разгрузочных терминалах и пр.

Волоконно–оптический зондовый термометр (FOT)



3. ПИРОМЕТРЫ

Пирометр — прибор для бесконтактного измерения температуры тел.

Принцип действия основан на измерении мощности теплового излучения объекта измерения преимущественно в диапазонах инфракрасного излучения и видимого света

Применение - для дистанционного определения температуры объектов например, температуры трюмного воздуха или груза в грузовых помещениях, обычно в целях безопасности.

Исполнение

Переносные - обычно снабжены небольшим дисплеем.

Стационарные - для более точной оценки температуры объектов.

Пирометры можно разделить по нескольким основным признакам:

Яркостные. Позволяют визуально определять, как правило, без использования специальных устройств, температуру нагретого тела, путем сравнения его цвета с цветом эталонной нити.

Радиационные. Оценивают температуру посредством пересчитанного показателя мощности теплового излучения. Если пирометр измеряет в широкой полосе спектрального излучения, то такой пирометр называют пирометром полного излучения.

Цветовые (другие названия: мультиспектральные, спектрального отношения) — позволяют делать вывод о температуре объекта, основываясь на результатах сравнения его теплового излучения в различных спектрах.

Пирометры



4. ПСИХРОМЕТРЫ

Психрометр - прибор для измерения влажности воздуха и его температуры.

В основном психрометры используются для определения показателей относительной влажности воздуха.

Виды психрометров:

- **стационарные (станционные)**
- **аспирационные**
- **дистанционные.**

Стационарный (станционный) психрометр

(например, психрометр Августа) - термометры закреплены на специальном штативе в метеорологической будке.

Основной недостаток - зависимость показаний увлажнённого термометра от скорости воздушного потока в будке.

Аспирационный психрометр (например, психрометр Ассмана) - термометры расположены в специальной оправе, защищающей их от повреждений и теплового излучения окружающих предметов, где обдуваются с помощью аспиратора (вентилятора) потоком исследуемого воздуха с постоянной скоростью около 2 м/с.

При (+) температуре воздуха - наиболее надёжный прибор для измерения температуры и влажности воздуха.

Дистанционный психрометр - используются термометры сопротивления, терморезисторы.

Стационарный психрометр

Стационарный психрометр (психрометр Августа) состоит из двух термометров укрепленных на специальном штативе и помещенные в метеорологической будке.

Резервуар одного из них обвязывается кусочком батиста, конец которого помещен в стаканчик с водой, для обеспечения свободного поступления воды к резервуару. Устройство будки (метеорологическая будка Селянинова) обеспечивает свободный обмен воздуха возле резервуара.

Основным недостатком стационарных психрометров является зависимость показаний смоченного термометра от скорости воздушного потока в будке, преимуществом - простота устройства и обслуживания.

Аспирационный психрометр

Аспирационный психрометр устроен более сложно.

Термометры в этом психрометре помещаются в специальном корпусе, служащем для их защиты от повреждений и теплового излучения окружающих предметов.

Обдув производится с помощью специального вентилятора (асpirатора), с постоянной скоростью примерно 2 м/сек.

Аспирационный психрометр является наиболее точным и надежным прибором для измерения температуры и влажности воздуха при положительной температуре окружающей среды.

Общим недостатком для аспирационного и стационарного типов психрометра является хрупкость (устройство на базе ртутно-стеклянных термометров), а также невозможность проведения дистанционного контроля.

Дистанционный психрометр

Для измерения влажности воздуха используются термометры сопротивления, термопары, термисторы.

Основными типами являются:

манометрические и электрические психрометры.

Манометрические - используются либо двухканальный манометрический термометр, либо два одноканальных, с устройством системы увлажнения для одного из термобаллонов.

Электрические - психрометры на базе термометров сопротивления, термопар, термисторов.

Обязательным условием надежности и точности показаний является использование аналогичных характеристик сухого и смоченного преобразователей (датчиков) температуры.

Психрометры



Психрометр М-34



Психрометр ВИТ-2



Психрометр Ассмана

5. ГИГРОМЕТРЫ

Гигрометр —
измерительный прибор для определения влажности воздуха.

Типы гигрометров:

- **весовой**
- **волосной**
- **плёночный**
- **прочие**

(электролитические, керамические, конденсационные и др.)

Весовой (абсолютный) гигрометр

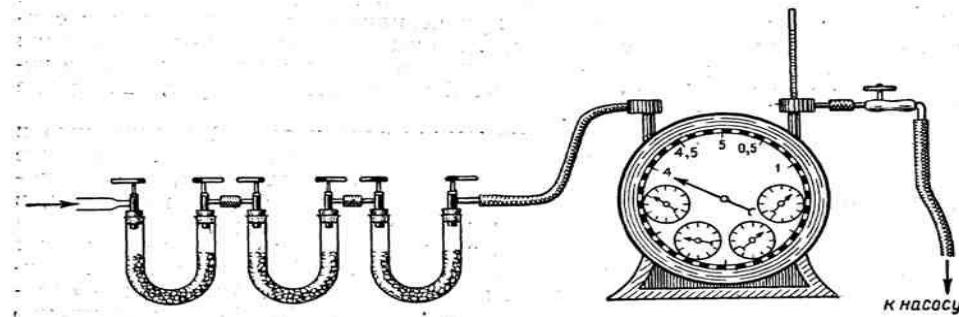


Рис. 48. Весовой гигрометр.

Состоит из системы U-образных трубок, наполненных гигроскопическим веществом, способным поглощать влагу из воздуха.

Через эту систему насосом протягивают некоторое количество воздуха, влажность которого определяют.

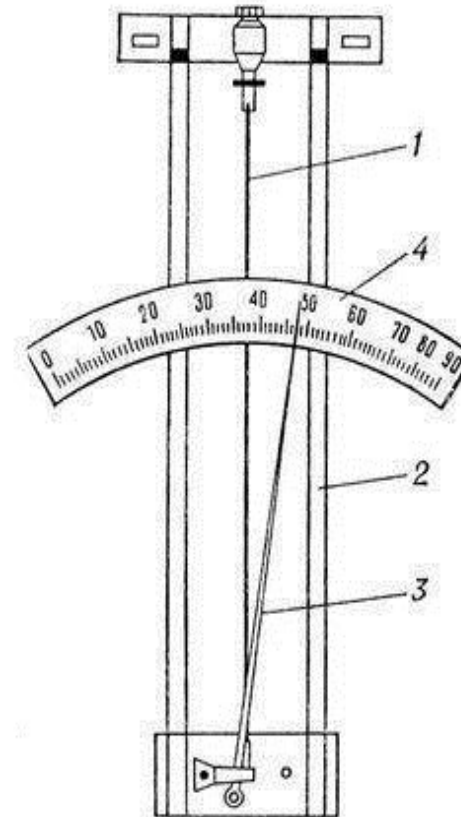
Зная массу системы до и после измерения, а также объём пропущенного воздуха, находят абсолютную влажность.

Волосной гигрометр.

Действие волосного гигрометра основано на свойстве обезжиренного волоса изменять свою длину при изменении влажности воздуха, что позволяет измерять относительную влажность от 30 до 100 %.

Волос натянут на металлическую рамку.

Изменение длины волоса передаётся стрелке, перемещающейся вдоль шкалы

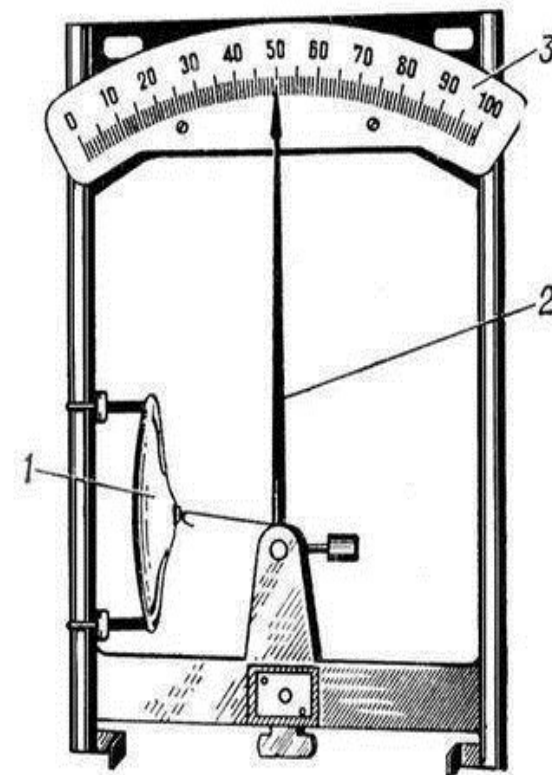


Плёночный гигрометр

П.Г. имеет чувствительный элемент из органической плёнки, которая растягивается при повышении влажности и сжимается при понижении.

Изменение положения центра плёночной мембраны передаётся стрелке.

Волосной и плёночный гигрометр в зимнее время являются основными приборами для измерения влажности воздуха. Показания волосного и плёночного гигрометра периодически сравниваются с показаниями более точного прибора — психрометра



6. БАРОМЕТРЫ И БАРОГРАФЫ

Барометр — прибор для измерения атмосферного давления.

По принципу действия все барометры делятся на:

- **жидкостные**
- **анероиды**

По способу преобразования деформации чувствительного элемента в показания индикатора все барометры делятся на:

- **механические**
- **электронные**

Жидкостные барометры - давление измеряется высотой столба жидкости (ртути) в трубке, запаянной сверху, а нижним концом опущенной в сосуд с жидкостью (атмосферное давление уравновешивается весом столба жидкости).

Ртутные барометры — наиболее точные, используются на метеостанциях.

Анероиды относятся к **механическим барометрам**. Наиболее часто используются в быту. В анероиде нет жидкости. Он показывает атмосферное давление, действующее на гофрированную тонкостенную металлическую коробку, в которой создано разрежение. При понижении атмосферного давления коробка слегка расширяется, а при повышении — сжимается и воздействует на прикрепленную к ней пружину.

Электронные барометры имеют разные размеры и точность.

- Одни из них работают по принципу обычного анероида, но без механической системы рычагов, а измеряя изменение емкости электрического конденсатора, пластины которого находятся в торцах гофрированного цилиндра.

- Другие используют иной принцип, измеряя давление воздуха на чувствительный кристалл.

Цифровые барометры в настоящее время получили широкое распространение. Есть даже барометры, встроенные в ручные часы

Атмосферное давление измеряют в:

- миллиметрах ртутного столба (очень распространено)
- миллибарах (пользуются моряки)
- гектопаскалях (система СИ - международная).

Показатель нормального давления составляет

$$1013 \text{ гПа} = 1013 \text{ мбар} = 760 \text{ мм рт. ст.}$$

Виды барометров

ртутный



жидкостной



анероид



электронный



Барограф

Барограф - самопишущий прибор для непрерывной записи значений атмосферного давления.

В зависимости от принципа действия приёмной части барографы разделяют на:

- **анероидные барографы**
- **ртутные барографы**

Анероидные барографы - приёмная часть состоит из нескольких анероидных коробок, скрепленных вместе.

При изменении атмосферного давления коробки сжимаются или растягиваются, в результате чего их крышка перемещается вверх или вниз. Это перемещение передаётся перу, которое чертит кривую на разграфленной ленте.

Распространены на практике.

Ртутный барограф - барограф, в котором приемная часть состоит из барометрической трубки, наполненной ртутью.

Различаются на: • весовые • поплавковые

По времени полного оборота барабана барографы подразделяются на **суточные** и **недельные**.



Анероидные барографы



Ртутный барограф

7. АНЕМОМЕТРЫ

Анемометр — метеорологический прибор для измерения скорости ветра.

Состоит из чашечной (или лопастной) вертушки, укреплённой на оси, которая соединена с измерительным механизмом. При возникновении воздушного потока, ветер толкает чашечки, которые начинают крутиться вокруг оси.

Виды анемометров

- Чашечный анемометр
- Лопастный анемометр
- Тепловой анемометр
- Ультразвуковой анемометр

Чашечный анемометр

Чашечный анемометр - это самый простой тип анемометров.

Приемная часть чашечного анемометра представляет вертушку из 4 полых полушарий (чашек), закрепленную на металлической оси, нижний конец которой связан со счетным механизмом (тахометром).

Горизонтальный поток воздуха с любого направления вращал ротор со скоростью, соответствующей скорости ветра.

Прибор служит для определения средних скоростей ветра в пределах 1,0-20,0 м/сек.

Лопастный анемометр

Другим видом анемометра является лопастное устройство, в буквальном переводе его можно назвать мельничным анемометром.

С изменением направления ветра ось пропеллера должна ориентироваться в этом же направлении; для этих целей используются флюгер или устройство, его заменяющее.

Для измерения скорости потока, не изменяющего своего направления, например, в воздуховодах шахтах и зданий, используются вертушки с жёстко закреплённой осью.

Тепловой анемометр

Тепловой анемометр представляет собой открытую тонкую нить накаливания (вольфрам, нихром и т.п.), нагретую выше температуры среды и охлаждаемую воздушным потоком. Сопротивление нити изменяется с температурой и определённым образом зависит от скорости ветра.

В зависимости от схемы включения датчика различают приборы с:

- фиксированным током через нить
- фиксированным напряжением на нити
- фиксированной её температурой

Ультразвуковой анемометр

Принцип действия анемометров ультразвукового типа — в измерении скорости звука, которая изменяется в зависимости от направления ветра.

Различают двумерные ультразвуковые анемометры, трехмерные ультразвуковые анемометры и термоанемометры.

Двумерный анемометр способен измерять скорость и направление горизонтального ветра.

Трехмерный анемометр проводит измерение первичных физических параметров — времен проходов импульсов, а затем пересчитывает их в три компоненты направления ветра.

Термоанемометр, помимо трех компонент направления ветра, способен измерять еще и температуру воздуха ультразвуковым методом.

Анемометры



Чашечный



Крыльчатый



Ультразвуковой



Тепловой

Виды анемометров



Крыльчатый анемометр

8. АРЕОМЕТРЫ И ДЕНСИМЕТРЫ

Ареометры стеклянные предназначены для измерений плотности жидкости и концентрации компонентов в водных растворах.

Ареометры со встроенным термометром позволяют также измерять температуру исследуемой среды.

Различают:

- **ареометры постоянного объёма**
- **ареометры постоянной массы**

Ареометр представляет собой стеклянную трубку, нижняя часть которой при калибровке заполняется дробью или ртутью для достижения необходимой массы. В верхней, узкой части находится шкала, которая проградуирована в значениях плотности раствора или концентрации растворенного вещества.

Плотность раствора равняется отношению массы ареометра к объему, на который он погружается в жидкость.

Для измерения **плотности жидкости** ареометром **постоянной массы** сухой и чистый ареометр помещают в сосуд с этой жидкостью так, чтобы он свободно плавал в нем. Значения плотности считывают по шкале ареометра, по нижнему краю мениска.

Для измерения **ареометром постоянного объёма** изменяют его массу, достигая его погружения до определённой метки. Плотность определяется по массе груза и объёму вытесненной жидкости.

Ареометры бывают различного назначения и используются для измерения плотности нефти и нефтепродуктов, кислот, молока, сыворотки, измерения массовой доли сахара в водных растворах, прочих жидкостей и растворов. При морской перевозке грузов ареометром измеряют плотность морской воды, которая изменяется в зависимости от морского бассейна.

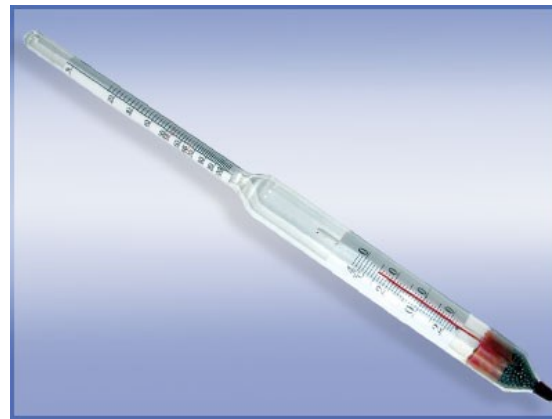
Виды ареометров:

- ареометр общего назначения АОН-1, АОН-2, АОН-3, АОН-4, АОН-5;
- ареометр для молока АМ, АМТ;
- ареометр для нефтепродуктов АН, АНТ-1, АНТ-2;
- ареометр для спирта АСП-1, АСП-2, АСП-3, АСП-Т;
- ареометр для электролита АЭ-1, АЭ-2, АЭ-3;
- ареометр для грунта АГ;
- ареометр для сахара АС-2, АС-3, АСТ-1, АСТ-2;
- ареометр для кислот АК-1, АК-2;
- ареометр-гидрометр с термометром АЭГ.

Ареометры



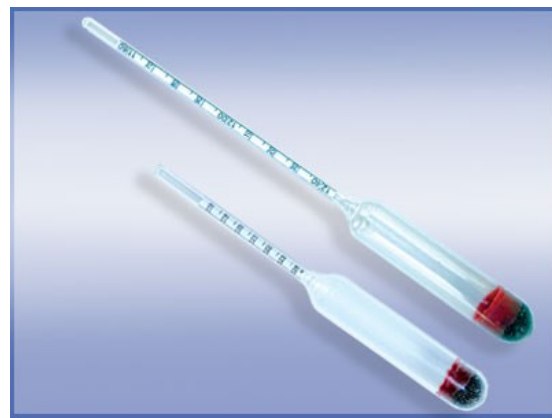
Ареометры для кислот АК-1, АК-2



Ареометр-гидрометр с термометром АЭГ



Ареометры для нефтепродуктов АНТ-1, АНТ-2



Ареометры общего назначения АОН-1, АОН-2

Денсиметры

Денсиметр — это средство для измерения плотности различных веществ. Одним из синонимов денсиметра является слово плотномер.

Применяются для: *твёрдых, жидких и газообразных веществ*.

Классифицируются:

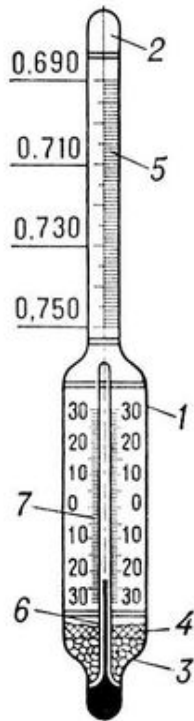
- *по месту применения*: лабораторные, портативные (переносные) и стационарные.
- *по методу определения плотности*: поплавковый, гидростатический, вибрационный, резонансный и т.д.
- *по своей конструкции* на: электронные и неэлектронные.

Под категорию денсиметр попадает давно известное неэлектронное средство измерения плотности — **ареометр**.

Основные преимущества электронного денсиметра перед неэлектронным (ареометром) это:

- оперативность и высокая точность измерения плотности в широком диапазоне
- нет необходимости в дополнительных затратах времени на пересчёт измеренной плотности к приведённым температурам — электронный денсиметр это сделает автоматически.

Денсиметры



9. ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ

Газоанализатор — измерительный прибор для определения качественного и количественного состава смесей газов.

Различают газоанализаторы:

- *ручного действия*
- *автоматические*

Среди газоанализаторов *ручного действия* наиболее распространены *абсорбционные газоанализаторы*, в которых компоненты газовой смеси последовательно поглощаются различными реагентами.

Автоматические газоанализаторы непрерывно измеряют какую-либо физическую или физико-химическую характеристику газовой смеси или её отдельных компонентов.

По принципу действия автоматические газоанализаторы могут быть разделены на 3 группы:

- **Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные химические реакции**
- **Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные физико-химические процессы**
- **Приборы, основанные на чисто физических методах анализа**

а) Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные химические реакции.

Эти газоанализаторы, называемые ***объёмно-манометрическими*** или ***химическими***, определяют изменение объёма или давления газовой смеси в результате химических реакций её отдельных компонентов.

б) Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные физико-химические процессы (термохимические, электрохимические, фотоколориметрические, хроматографические и др.).

- ***Термохимические***, основанные на измерении теплового эффекта реакции каталитического окисления (горения) газа, применяют главным образом для определения концентраций горючих газов.

- ***Электрохимические*** - определяют концентрацию газа в смеси по значению электрической проводимости раствора, поглотившего этот газ.

- ***Фотоколориметрические***, основанные на изменении цвета определённых веществ при их реакции с анализируемым компонентом газовой смеси, применяют главным образом для измерения микроконцентраций токсичных примесей в газовых смесях — сероводорода, окислов азота и др.

- ***Хроматографические*** наиболее широко используют для анализа смесей газообразных углеводородов.

В) Приборы, основанные на чисто физических методах анализа (термокондуктометрические, денсиметрические, магнитные, оптические и др.).

- ***Термокондуктометрические***, основанные на измерении теплопроводности газов, позволяют анализировать двухкомпонентные смеси (или многокомпонентные при условии изменения концентрации только одного компонента).

- ***Денсиметрические***, основанные на измерении плотности газовой смеси, определяют главным образом содержание углекислого газа, плотность которого в 1,5 раза превышает плотность чистого воздуха.

- ***Магнитные*** газоанализаторы применяют главным образом для определения концентрации кислорода, обладающего большой магнитной восприимчивостью.

- ***Оптические*** основаны на измерении оптической плотности, спектров поглощения или спектров испускания газовой смеси. При помощи ультрафиолетовых газоанализаторов определяют содержание в газовых смесях галогенов, паров ртути, некоторых органических соединений.

Газоанализаторы



Портативный газоанализатор водорода ВГ-2



Газоанализатор М 02 переносной портативный
(метан, кислород, оксид углерода, сероводород, горючие газы)



Газоанализатор токсичных газов
(CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, H₂S, NH₃)



Шахтный интерферометр ШИ-12 (метан и углекислый газ)

10. ВИСКОЗИМЕТРЫ

Вискозиметр – прибор, служащий для измерения вязкости наливных грузов.

Широкое распространение на практике получил вискозиметр Энглера.

Для перехода от условной вязкости в градусах Энглера к коэффициенту кинематической вязкости ν применяется формула Убеллоде. Формула достаточно сложная, поэтому на практике для перехода используют специальные таблицы и номограммы.

Виды вискозиметров различают по:

- области применения:***

промышленные, лабораторные и медицинские вискозиметры;

- свойствам исследуемой вязкой среды:***

универсальные вискозиметры и специальные;

- по методу определения:***

капиллярные, вибрационные, ультразвуковые, ротационные, пузырьковые, вискозиметры с падающим шариком.

Вискозиметры



Вискозиметр Гепплера
с падающим шариком



Вискозиметр ротационный



Ручной вискозиметр

Лебедев Валерий Николаевич

**ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ
ФАКТОРОВ,
ДЕЙСТВУЮЩИХ НА ГРУЗ**

Учебно-наглядное издание

Материалы в авторской редакции