

Влажность

Преподаватель ВО УПЦ
Смирнов В.А.

Количество водяного пара, находящегося в газе, называется влажностью газа.

Для характеристики влажности употребляются следующие величины:

- абсолютная влажность;**
- относительная влажность;**
- точка росы.**

Абсолютной влажностью называется количество водяного пара, содержащегося в 1 м³ газа (плотность водяного пара).

$$\rho = m / V;$$

m — масса водяного пара;

V - объём газа, в котором содержится водяной пар.

**Максимальное количество водяного пара
содержится в том случае, когда пар
является насыщенным.**

Относительной влажностью называется отношение абсолютной влажности к тому количеству пара, которое необходимо для насыщения 1 м^3 газа при данной температуре.

Температура, при которой данный водяной пар, содержащийся в газе, становится насыщенным, называется температурой точкой росы(ТТР).

(температура при которой начинается конденсация влаги).

Приборы измерения влажности

Гигрометр – измерительный прибор предназначенный для определения влажности воздуха и других газов.

**Гигрометры подразделяются на
психрометрические, весовые, волосные,
электролитические, конденсационные,
емкостные и т.д.**

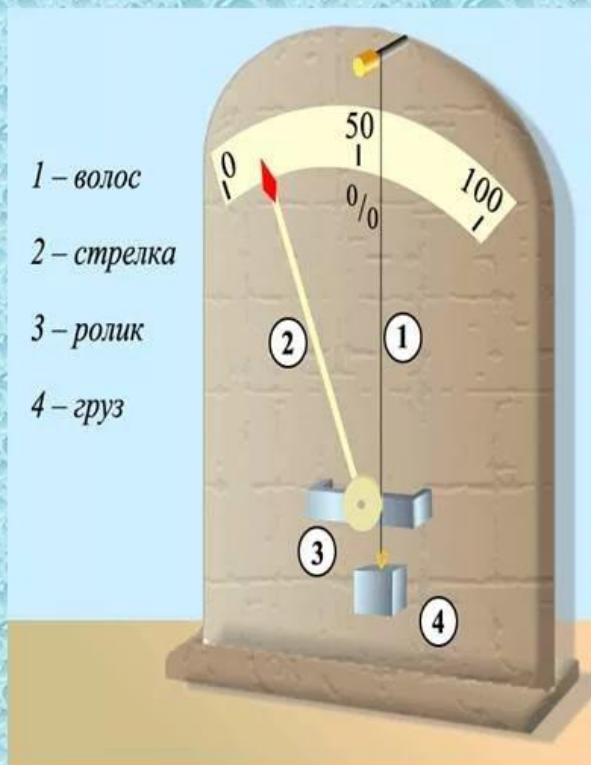
Волосяной гигрометр предназначен для измерения относительной влажности воздуха.

Действие волосяного гигрометра основано на свойстве обезжиренного волоса изменять свою длину при изменении влажности воздуха.

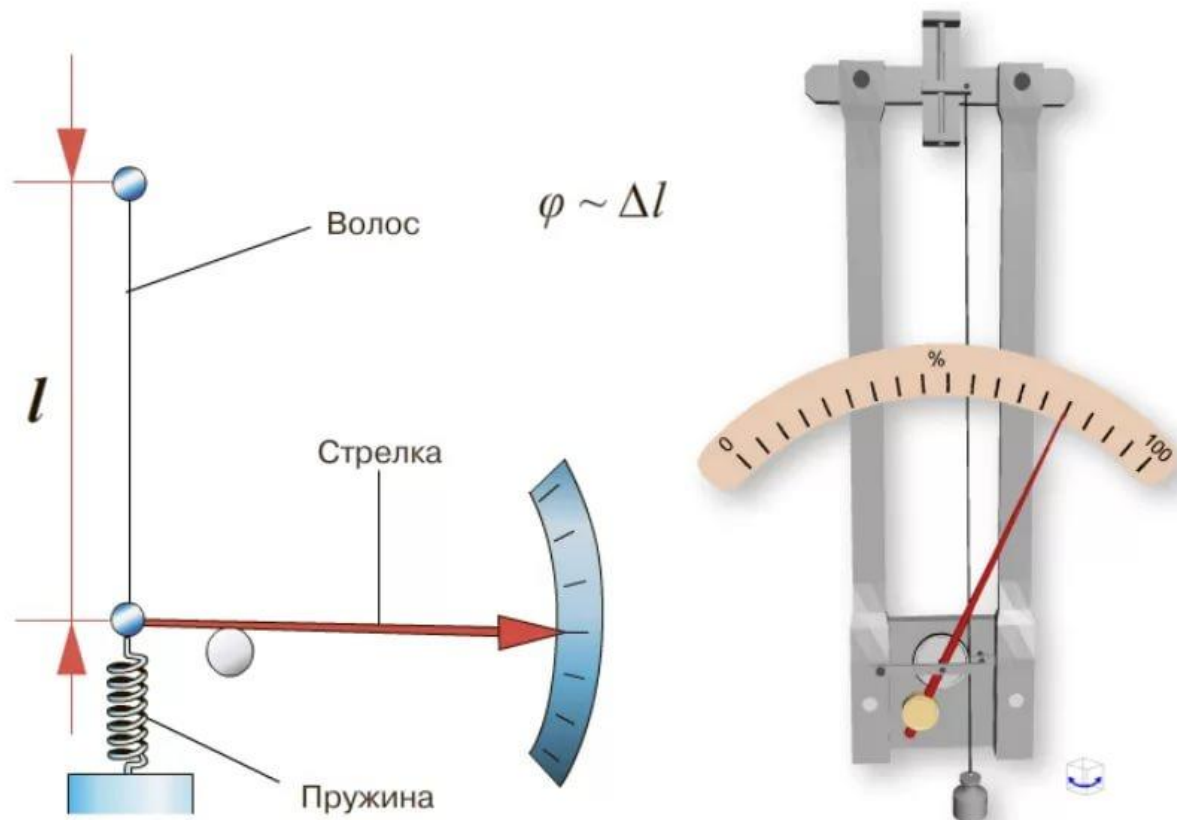
(при увеличении влажности длина волоса увеличивается, при уменьшении – уменьшается).

Используется преимущественно в бытовых целях.

Волосной гигрометр



**Человеческий волос
при увеличении
влажности воздуха
удлиняется;
при уменьшении
влажности воздуха
длина волоса уменьшается.
Стрелка, соединённая
с натянутым волосом,
показывает относительную
влажность воздуха.**



Волосной гигрометр

Психрометр служит для измерения температуры и влажности воздуха.

Действие психрометров основано на психрометрическом эффекте, который заключается в том, что при испарении воды с увлажненной поверхности тела последнее охлаждается.

Психрометр состоит из двух термометров, которые закреплены на общей шкале. Один из термометров называется влажным, т. к. он обмотан батистовой тканью, которая погружена в резервуар с водой.

Так как с ткани постоянно происходит испарение влаги и, следовательно, отвод теплоты, то температура, показываемая этим термометром, будет всё время меньше.

Чем менее влажный воздух в помещении, тем испарение идёт более интенсивно, термометр с влажным резервуаром охлаждается сильнее и показывает меньшую температуру.

По разнице температур сухого и влажного термометров, используя соответствующую психрометрическую таблицу, определяют относительную влажность воздуха в данном помещении.

Измерение температуры точки росы

Способы определения ТТР:

- конденсационный;
- электролитический;
- абсорбционный.

Конденсационный метод заключается в измерении температуры равновесия между образованием и испарением росы на поверхности металлического зеркала, контактирующей с анализируемым газом.

В зависимости от способа фиксации наличия или отсутствия конденсированной воды на зеркале различают визуальный и автоматический методы.

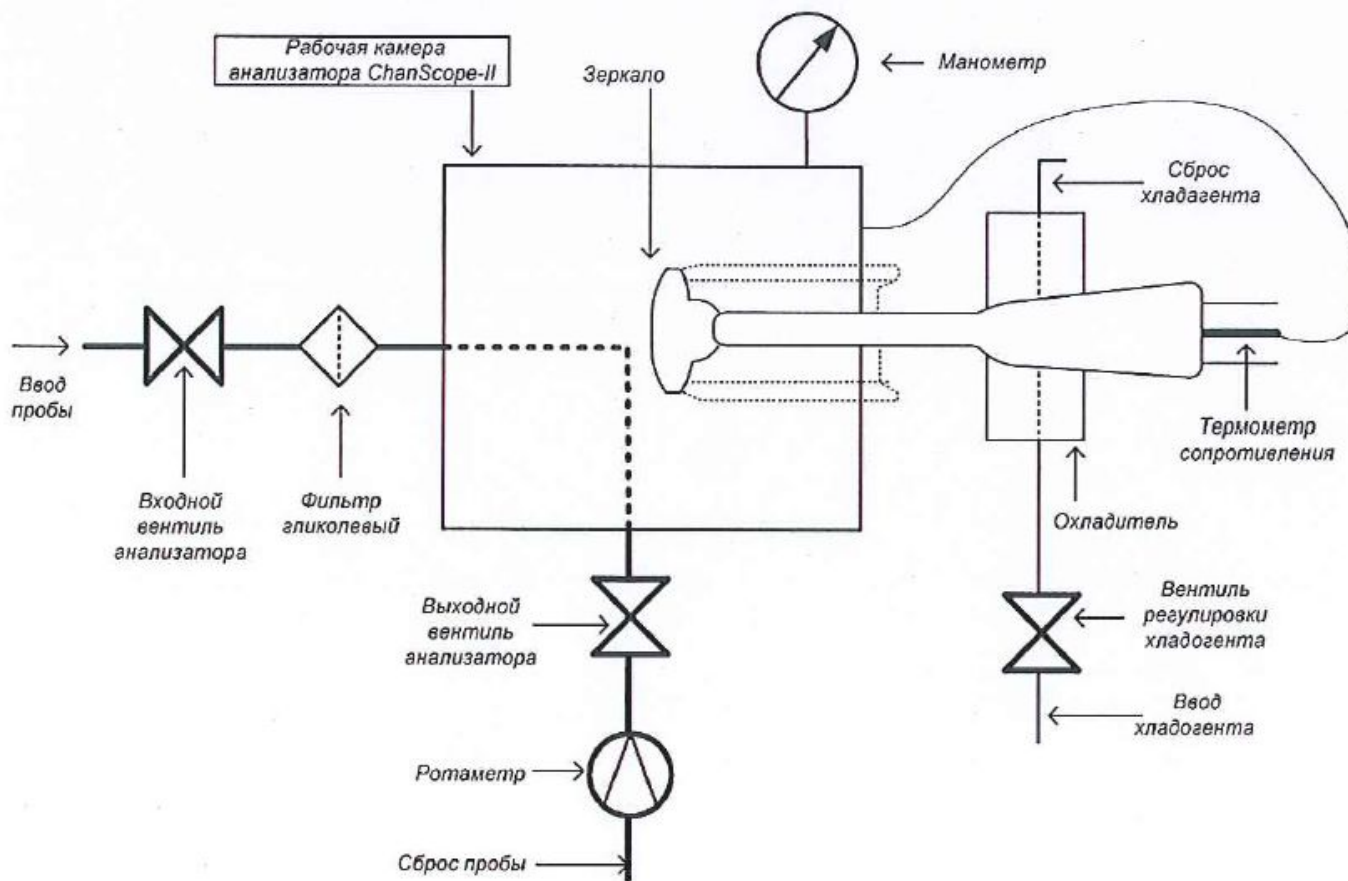
**Визуальный – анализатор точки росы модели 13-1200 (ChanScope-II);
Автоматический – «Конг-Прима».**

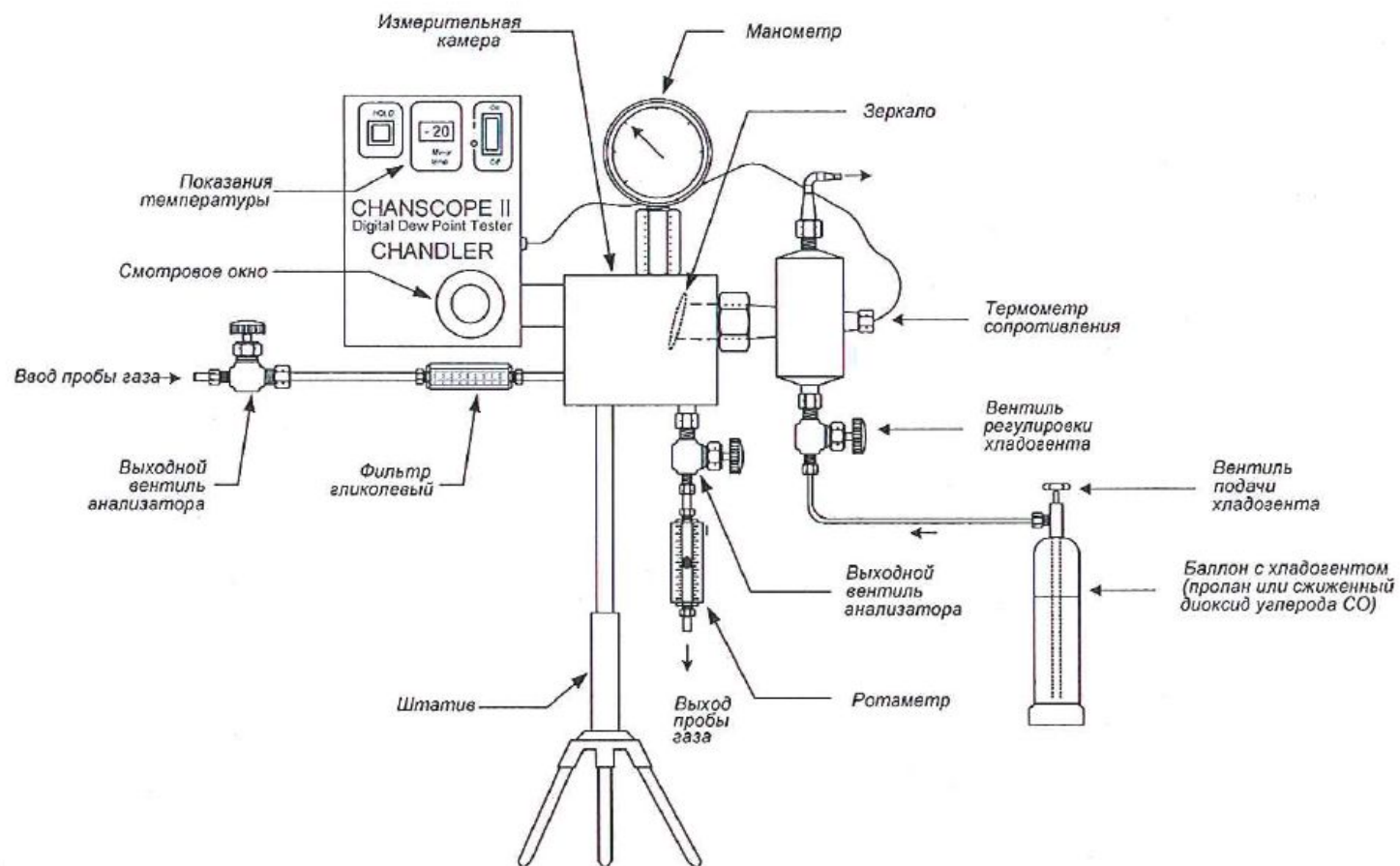
Средства охлаждения зеркала:

- элементы Пельтье;**
- вихревая трубка Ранка;**
- жидкая двуокись углерода (CO_2);**
- технический (автомобильный) пропан или смесь пропана и бутана.**

Гигрометры, реализующие визуальный конденсационный метод, используют также для контроля точности результатов измерений автоматических конденсационных и сорбционных гигрометров.

Визуальный метод





- в измерительную камеру гигрометра направляют поток газа со скоростью 1-3 дм³ /мин. Скорость регулируют выпускным вентилем, при этом не допускать падения давления в измерительной камере;
- впускают хладагент и снижают температуру зеркала со скоростью, 4 - 6 °С в мин. Наблюдая за поверхностью зеркала, определяют температуру начала конденсации воды.

- отключают охлаждение и при нагреве зеркала определяют температуру испарения росы с поверхности зеркала;
- измерение температур начала конденсации и испарения росы повторяют не менее трех раз. Одновременно определяют давление газа в измерительной камере.

На основании трех измерений вычисляют средние значения температур конденсации и испарения. Если расхождения полученных значений не превышают 3°C , вычисляют точку росы влаги.

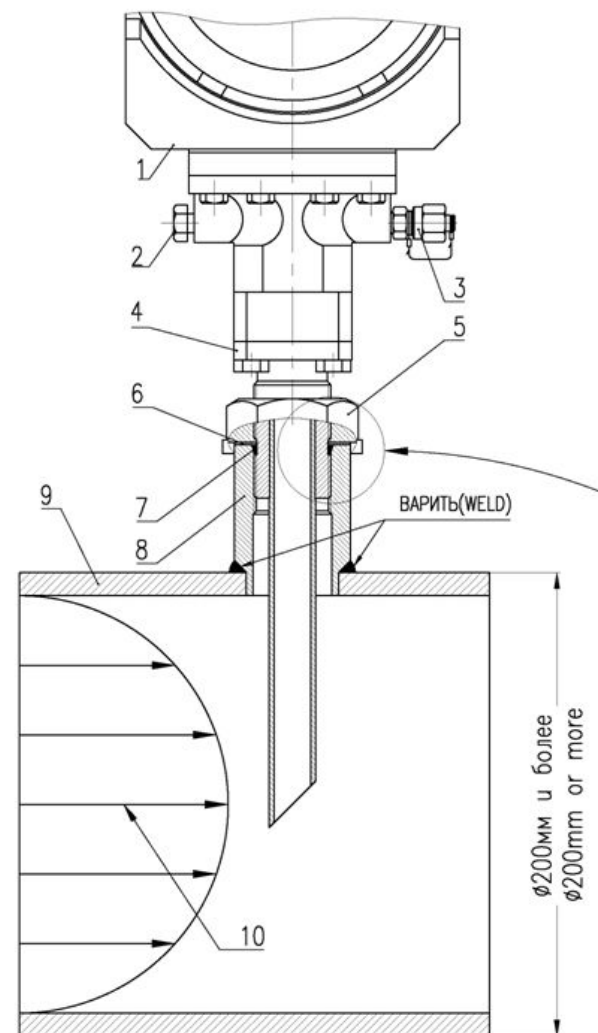
**Концентрацию водяных паров в газе
вычисляют при температуре 20 °С и
давлении 101325 Па.**

В соответствии с требованиями СТО Газпром 089-2010 «Газ горючий природный, поставляемый и транспортируемый по магистральным газопроводам. Технические условия», текущее значение ТТРв при рабочем (избыточном) давлении в газопроводе должно быть приведено к $P_{абс} = 3,92 \text{ МПа}$.

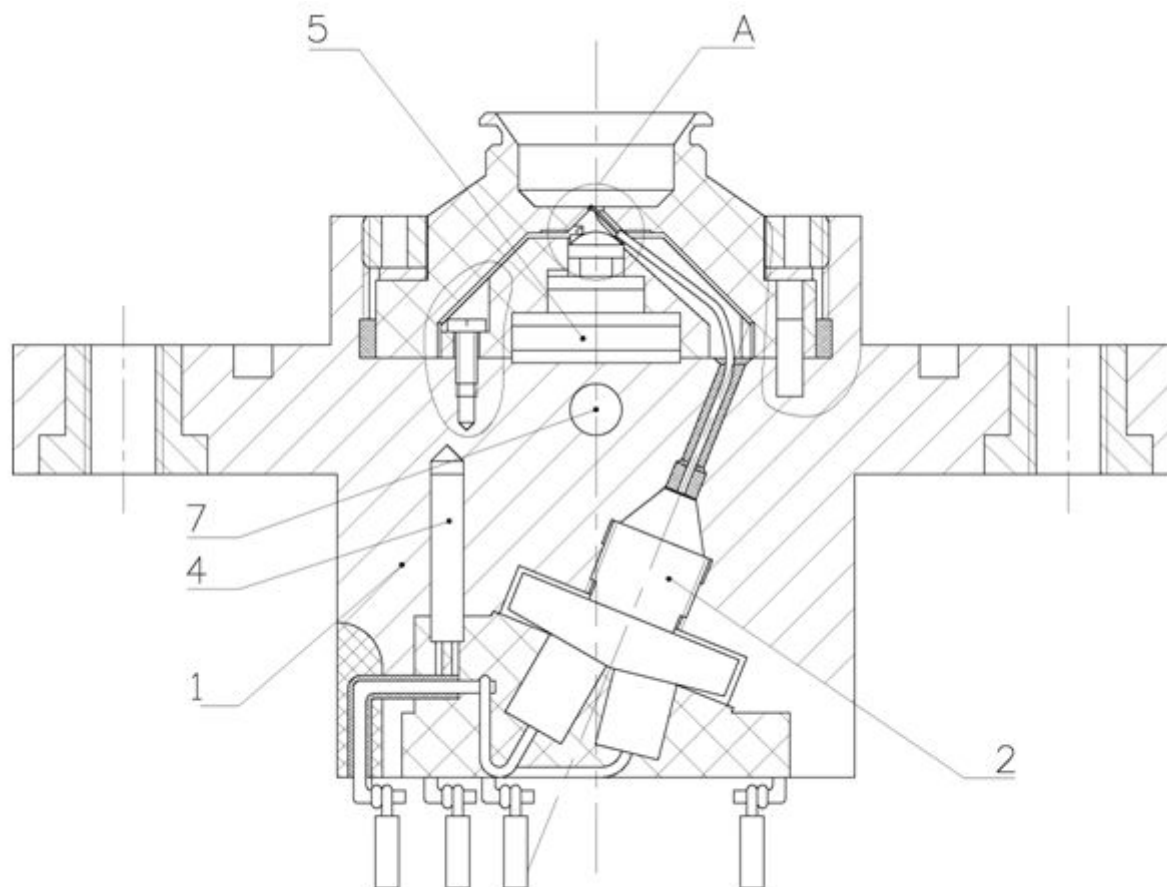
Автоматический метод

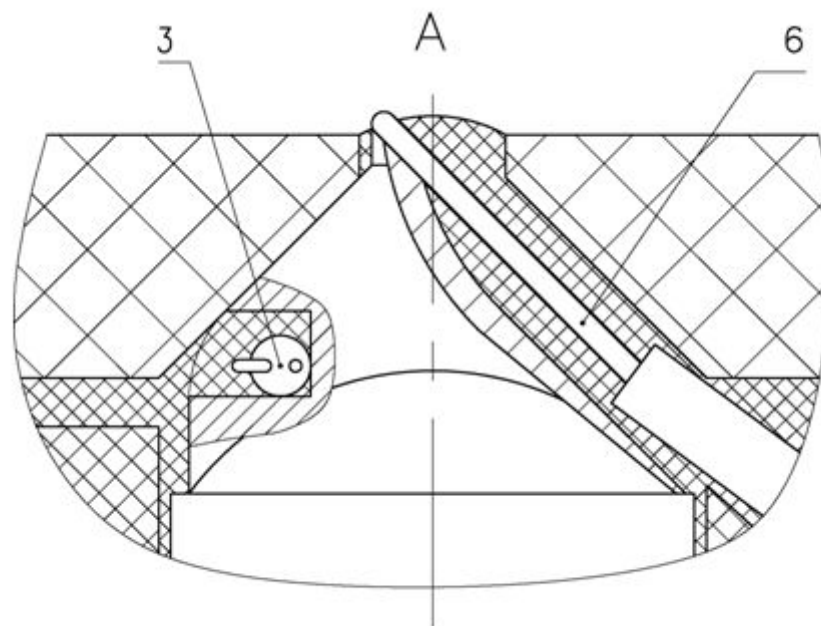


Внешний вид преобразователя точки росы «КОНГ-Прима-2»



Датчик первичной информации





При охлаждении газа при рабочем давлении трехкаскадной термоэлектронной батареей, на поверхность изогнутой части световода выпадает конденсат.

Фотодиод регистрирует уменьшение интенсивности излучения, что является командой для включения нагрева и регистрации температуры конденсации терморезистором.

При нагреве, с поверхности световода испаряется конденсат и фотодиод регистрирует увеличение интенсивности излучения, что является командой для включения охлаждения и регистрации температуры испарения.

Блок обработки вычисляет точку росы, как среднее значение температур конденсации и испарения.

Метод заключается в извлечении водяных паров из потока испытуемого газа частично гидратированной пятиокисью фосфора, одновременном электролитическом разложении извлеченной воды и измерении величины тока электролиза.

Сущностью сорбционных методов является поглощение паров воды из ГГП гигроскопичным материалом (сорбентом) датчика сорбционного гигрометра, с последующим измерением какой-либо физической величины, пропорциональной количеству сорбированной воды.

Наибольшее распространение получили
**диэлькометрический, кулонометрический,
пьезоэлектрический и интерференционный**
методы.

Диэлькометрический метод заключается в
измерении электрической емкости
конденсатора, состоящего из двух
проводников, разделенных диэлектриком-
сорбентом.

Кулонометрический метод заключается в измерении величины тока электролиза, возникающего при электролитическом разложении полифосфорных кислот, которые образуются в процессе поглощения паров воды из известного объема ГГП пленкой оксида фосфора (PO).

Пьезоэлектрический (кварцево-частотный) метод заключается в измерении частоты колебаний кристалла кварца, на поверхность которого нанесен сорбент.

Интерференционный метод заключается в измерении смещения интерференционного минимума инфракрасного луча, который проходит через слой специального полимера-сорбента.

Измерение температуры точки росы по воде гигрометром MDM 300

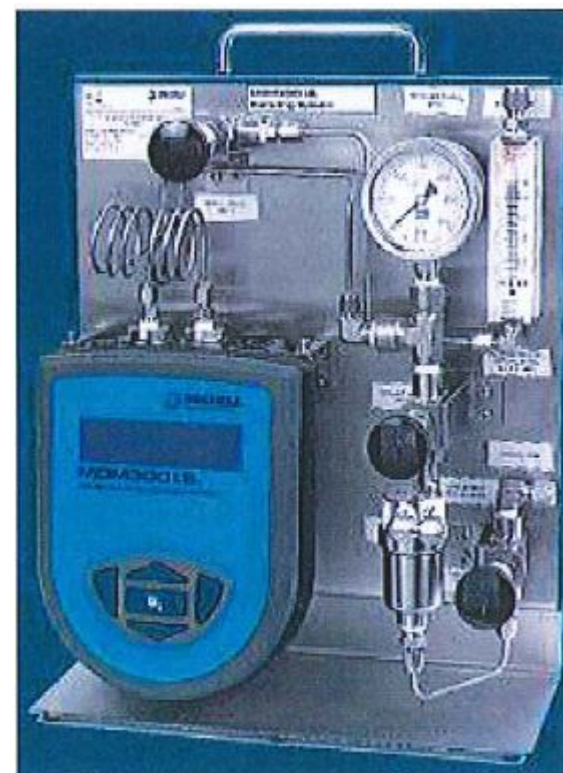
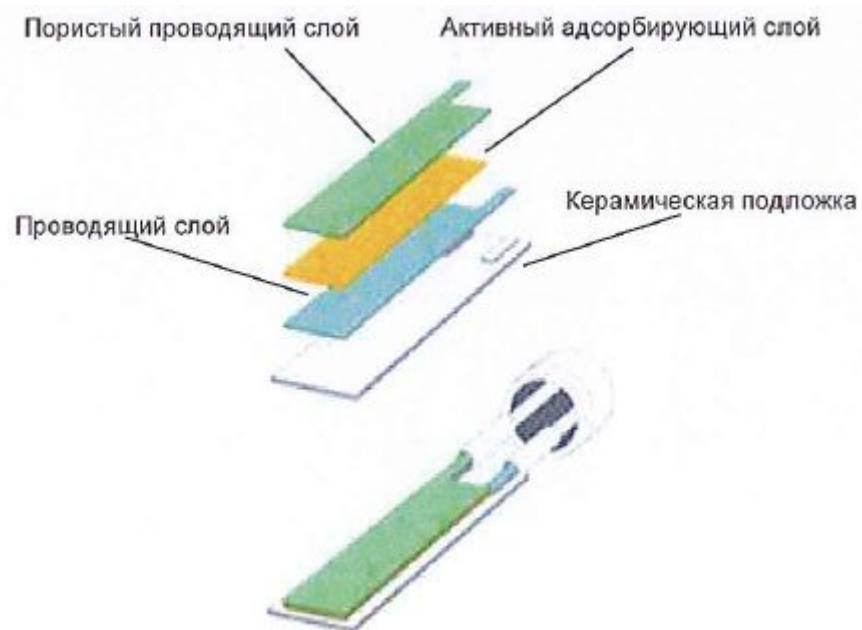
В гигрометре используется сорбционный метод.

Сущность заключается в поглощении паров воды гигроскопичным материалом (сорбентом) датчика гигрометра. Конструкция датчика - на керамическую подложку нанесено три слоя: пористый проводящий слой, активный адсорбирующий слой и еще один проводящий слой.

Все три слоя имеют малую толщину (около 1 мкм).

Система представляет собой подобие конденсатора, емкость которого зависит от электропроводности адсорбирующего слоя.

Через верхний токопроводящий слой газ свободно проникает в адсорбирующий слой, что изменяет диэлектрическую проницаемость среды между обкладками конденсатора, тем самым изменяя его емкость.



- отрегулировать скорость потока газа с помощью вентиля регулировки потока пробы через сенсорную ячейку гигрометра от 2 до 5 л/мин, при этом не допускать падения давления в сенсорной ячейке;
- провентилировать сенсорную ячейку гигрометра и соединительные линии в течение 10 минут для достижения температурного равновесия;

- нажать кнопку включения гигрометра «Power ON»;
- окончанием процесса измерения ТТРв служит появление сообщения в строке состояния.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Преподаватель ВО УПЦ
Смирнов В.А.