



# ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

**Приборы контроля уровня и  
контроля расхода**



# Приборы контроля уровня

- Уровнемеры прямого действия
- Дифференциально-емкостные уровнемеры
- Акустические уровнемеры



## Уровнемеры прямого действия

**Водомерные стекла.** Действие водомерных стекол основано на принципе сообщающихся сосудов. Водомерное стекло представляет собой прозрачную трубку (обычно из оргстекла). Измерительная шкала наносится либо на самой трубке, либо на мерной линейке, на которой укреплена трубка.

Водомерные стекла в настоящее время используются только для местного контроля. Ограниченность применения водомерных стекол, несмотря на их точность, простоту устройства и обслуживания, вызвана, главным образом, невозможностью дистанционной передачи показаний.

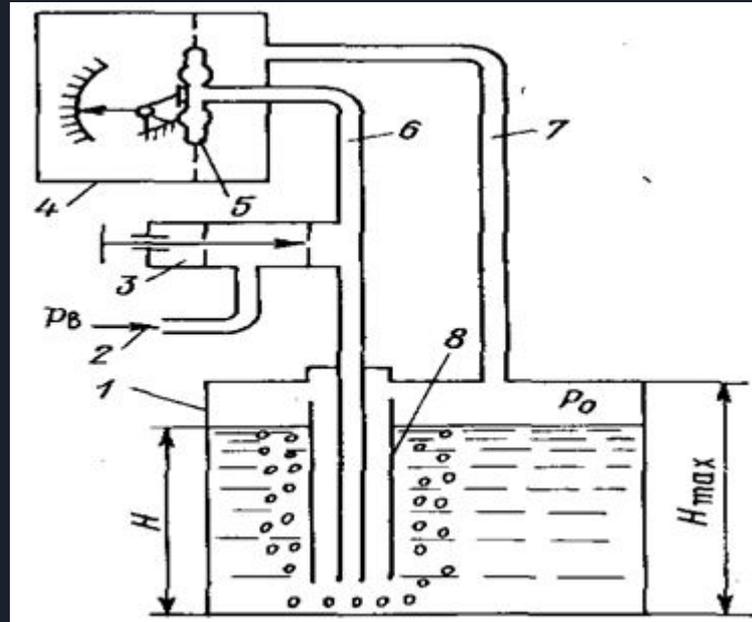


## Уровнемеры прямого действия

*Гидростатические уровнемеры.* Принцип действия гидростатических уровнемеров основан на использовании свойства жидкости оказывать давление  $p$  на тела, расположенные ниже уровня жидкости, пропорциональное высоте уровня жидкости  $H$ :

По принципу действия показывающих приборов гидростатические уровнемеры можно разделить на пневматические и манометрические.

Пневматические уровнемеры (гидрометры) предназначены для измерения уровня жидкости в цистернах или затопленных отсеках. Работа гидрометра основана на измерении разности давлений на дне емкости (цистерны или отсека)  $p_1$  и над уровнем жидкости в емкости  $p_0$ .



Принципиальная схема гидрометра



## Уровнемеры прямого действия

**Поплавковые уровнемеры.** Поплавковым называется уровнемер, основанный на измерении положения поплавка, частично погружаемого в жидкость, причем степень погружения поплавка (осадка) при неизменной плотности жидкости неизменна. Об уровне судят по положению указателя, соединенного с поплавком гибкой (лента, трос) или жесткой механической связью. Поплавок перемещается вертикально вместе с уровнем жидкости, и, следовательно, по его положению может быть определено значение уровня.



## Дифференциально-емкостные уровнемеры

Дифференциально-емкостными называются уровнемеры, основанные на зависимости электрической емкости конденсаторного преобразователя, образованного одним или несколькими стержнями, цилиндрами или пластинами, частично введенными в жидкость, от уровня жидкости.



## Акустические уровнемеры

По принципу действия акустические уровнемеры можно подразделить на локационные, поглощения и резонансные.



В локационных уровнемерах используется эффект отражения ультразвуковых колебаний от границы раздела жидкость – газ. Положение уровня определяется по времени прохождения ультразвуковых колебаний от источника до приемника после отражения их от поверхности раздела. В уровнемерах поглощения положение уровня определяется по ослаблению интенсивности ультразвука при прохождении через слои жидкости и газа. В резонансных уровнемерах измерение уровня производится посредством измерения частоты собственных колебаний столба газа над уровнем жидкости, которая зависит от уровня жидкости.



# Приборы контроля расхода

- Объемный метод контроля расхода
- Скоростной метод контроля расхода
- Дроссельный метод измерения расхода



# Объемный метод контроля расхода

Мерный бак используется для измерения расходов жидкостей при испытаниях энергетических установок и проверках расходомеров и счетчиков. Величину расхода определяют с помощью водомерного стекла 2, шкала которого дает показания в единицах объема или массы (в зависимости от ее градуировки). В последнем случае необходимо вводить температурную поправку по формуле

где  $a$  – цена деления шкалы водомерного стекла, кг/см или т/см;  $h$  – число делений водомерного стекла, на которое изменился уровень жидкости в мерном баке при расходе, см;  $g_{\text{факт}}$ ,  $g_{\text{тарир}}$  – плотность жидкости фактическая (при данной температуре) и тарифовочная (при температуре тарировки бака) соответственно, г/см<sup>3</sup>.



## Объемный метод контроля расхода

*Мерные устройства (штихпроберы).* На судах с ДЭУ часовой расход топлива во время работы двигателя довольно часто определяется с помощью штихпробера, который сообщается с топливной магистралью дизеля посредством трехходовой пробки



# Объемный метод контроля расхода

Цистерны. В процессе эксплуатации расход жидкостей на судах определяется путем непосредственного измерения наличных жидкостей (мазута, масла, воды и др.) в цистернах через определенные промежутки времени (обычно через 4 ч). Для этого цистерны тарируют объемным (или весовым) методом при постройке судна и снабжают измерителями уровня, по которым определяют количество жидкости в цистерне. Измерители уровня бывают различных типов: поплавки с мерной рейкой (для донных цистерн), водомерные стекла, рулетки и электрические дистанционные приборы. Для снятия замера с помощью рулетки вывинчивают пробку, поднимают рулетку из цистерны и по ее смоченной части определяют количество жидкости в цистерне. Этот метод наиболее прост.



# Объемный метод контроля расхода

*Объемные счетчики.* На судах применяют дисковые, шестеренные и ротационные объемные счетчики.

*а) Дисковые счетчики.* Действие дискового счетчика основано на том, что контролируемая жидкость, протекая через измерительную камеру, заставляет ось диска совершать вращательное движение по конусной направляющей.

*б) Шестеренные счетчики.*

*в) Ротационные счетчики.*



# Скоростной метод контроля расхода

Счетчики расхода прямого действия.

- *Счетчики с крыльчатymi вертушками*
- *Счетчики с винтовыми вертушками*



# Скоростной метод контроля расхода

## Скоростные датчики

- *Индукционные датчики с крыльчаткой*
- *Индукционные датчики с шариком*



# Дроссельный метод измерения расхода

Дроссельный метод основан на изменении потенциальной энергии контролируемой среды при протекании ее через искусственно суженное сечение (дроссельное устройство) трубопровода.

При прохождении дроссельного устройства скорость потока возрастает, т. е. увеличивается кинетическая энергия вещества. Это увеличение кинетической энергии согласно закону сохранения энергии Бернулли происходит за счет уменьшения потенциальной энергии, т. е. статического давления. Поэтому после дроссельного устройства давление будет меньше, чем до него.



Контроль расходов жидких и газообразных сред осуществляется тремя видами стандартных дроссельных устройств: диафрагмами, соплами и расходомерными трубами (трубками Вентури), имеющими посередине круглое отверстие. Стандартные дроссельные устройства используют в трубопроводах диаметром не менее 50 мм. Если внутренний диаметр трубопровода меньше, необходимо с помощью конических переходов смонтировать участок диаметром 50 мм. При отсутствии такой возможности осуществляют дополнительную тарировку дроссельного прибора или пользуются другими методами измерения расхода.