

---

Лекция по учебной дисциплине  
**«Производственная и пожарная автоматика»**

**Тема 1 Приборы контроля параметров технологических процессов**  
**Занятие 1.1 Принципы работы и характеристики основных приборов**  
**контроля параметров технологических процессов.**

## **Цель занятия:**

1. Изучить основные термины дисциплины, основы теории измерения.
2. Изучить типы, устройство и принцип работы приборов контроля параметров технологических процессов.

## **Изучаемые вопросы:**

Общие понятия дисциплины.

1. Назначение, принцип работы приборов контроля параметров температуры, давления.
2. Назначение, принцип работы приборов контроля параметров расхода, уровня.

## **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. Бабуров В.П., Бабуринов В.В., Фомин В.И. Автоматические установки пожаротушения. - М.:Пожнаука,2009.
2. Комельков В.А., Сергеев Е.В., Еловский В.С., Волков А.В., Основы производственной автоматизации. Методические рекомендации для проведения практических занятий. – Иваново: ООНИ ИВИ ГПС МЧС России, 2009.

1. Федеральный закон №123 от 22.07.08 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. ПРАВИЛА ПРОТИВОПОЖАРНОГО РЕЖИМА в Российской Федерации
3. ГОСТ Р 53325 -2009 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний
4. ГОСТ 12.3.046-91. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования.
5. СП 5.13130.2009 Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
6. СП 3.13130.2009 Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности.

## **Общие понятия дисциплины.**

**Автоматика** - называется отрасль науки и техники, охватывающая теорию автоматического управления, принципы построения автоматических систем и образующих их технических средств.

**Технологический процесс** – совокупность физико-химических превращений веществ и изменений значений параметров материальных сред, целенаправленно проводимых в аппарате (системе взаимосвязанных аппаратов, агрегатов, машине и т.д.).

**Технологический объект управления (ТОУ).** Совокупность технологического оборудования и реализованного на нем по соответствующим регламентам (режимам) технологического процесса.

**Автоматическое управление – это управление** технологическим процессом с использованием средств и элементов контроля и автоматики, вычислительной техники и управляемых ими исполнительных устройств **без участия человека.**

**Автоматизированное управление – это управление с** использованием средств и элементов контроля и автоматики, вычислительной техники и управляемых ими исполнительных устройств **при непосредственном участии человека.**

**В состав схемы управления технологическим процессом могут входить следующие группы:**

- контрольно-измерительные приборы (КИП);
- приборы, устройства и системы автоматического регулирования (САР);
- устройства и системы противоаварийной автоматической защиты (СПАЗ);

автоматические блокировки;

- автоматические и автоматизированные системы управления (АСУ, АСУТП)

## Пример управления технологическим процессом



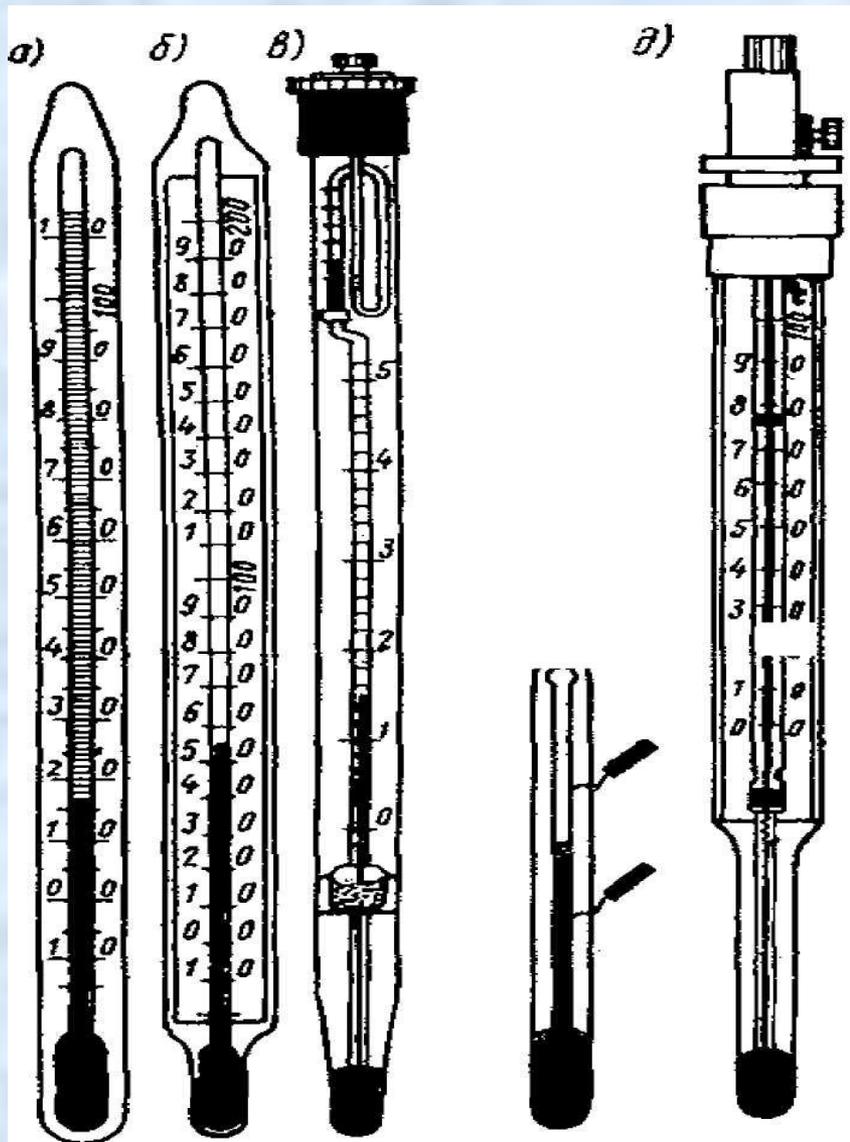
**Приборы и системы производственной автоматики**, осуществляя контроль и управление технологическими процессами, решают одновременно и ряд задач автоматической взрывопожарной защиты:

- **предупреждение аварий, взрывов и пожаров** за счет поддержания объекта управления в устойчивом состоянии;
- **диагностирование состояний** технологического оборудования и коммуникаций;
- **прогнозирование** взрывопожароопасных состояний технологического процесса;
- **обнаружение неустойчивых состояний** управляемого объекта;
- **противоаварийная защита** технологических процессов;
- **обеспечение оператора информацией** о состоянии технологического процесса;
- **обеспечение съема и хранения информации** о состоянии технологического процесса.

## 1. Назначение, принцип работы приборов контроля параметров температуры, давления.

Существует два принципиальных метода измерения температуры:

- **контактный**, когда термочувствительный элемент находится в непосредственном контакте со средой или телом, температуру которых надо измерить;
- **бесконтактный**, при котором не требуется непосредственного контакта измерителя с объектом измерения температуры

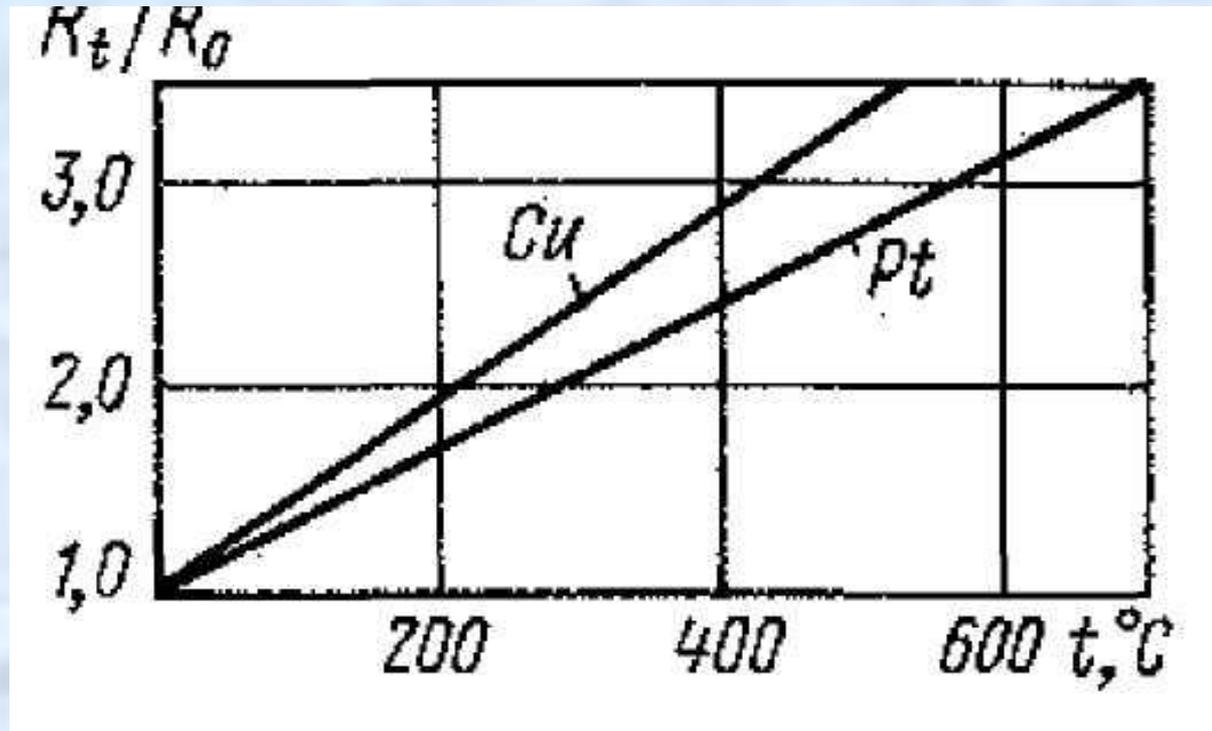


## Жидкостные термометры

Основные типы лабораторных жидкостных термометров:

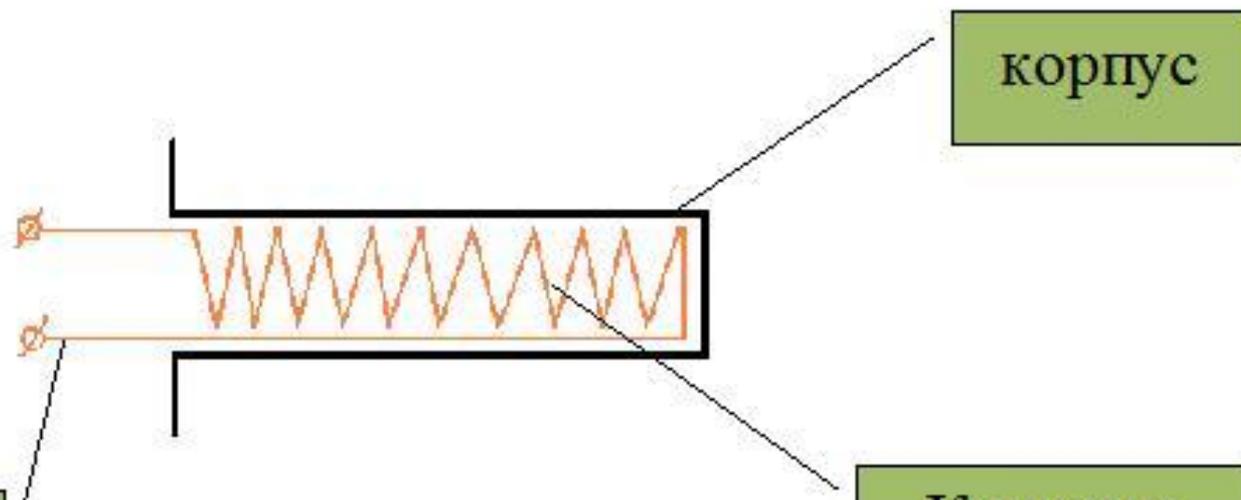
- а – палочный;
- б – шкальный;
- в – метастатический Бекмана;
- г – электрический термоконтатор с неподвижным контактом;
- д – электрический термометр с подвижным контактом

## Термометры сопротивления



Относительное изменение  
электрического сопротивления  
платины и меди в зависимости от  
температуры

# I. Термометр сопротивления



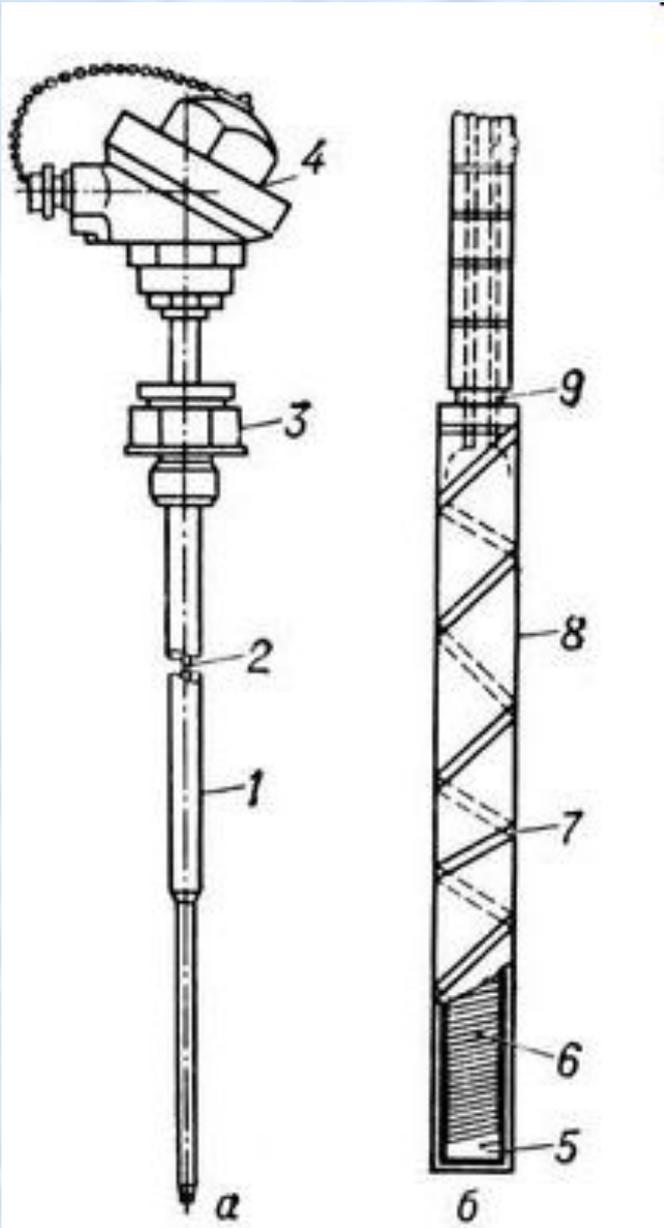
корпус

Электрические  
выводы

$$\Delta R = k \Delta T$$

Катушка  
медной  
проволоки

Изменение температуры вызывает изменение  
электрического сопротивления датчика



**Общий вид платинового термометра сопротивления (а) и его чувствительный элемент (б):**

- 1 — стальной чехол;
- 2 — чувствительный элемент;
- 3 — штуцер для установки термометра;
- 4 — головка для присоединения термометра к электроизмерительному прибору;
- 5 — слюдяной каркас;
- 6 — бифилярная обмотка платиновой проволоки;
- 7 — серебряная лента;
- 8 — слюдяная накладка;
- 9 — серебряные выводы.

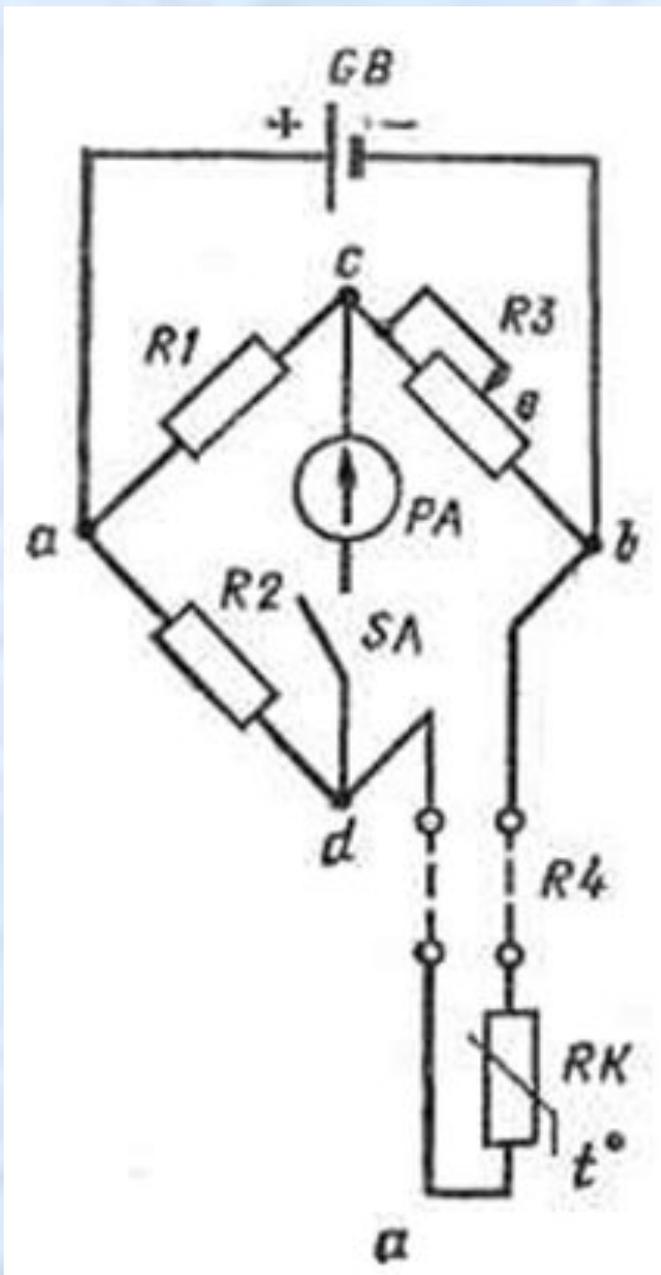


Схема  
с уравновешенным мостом;

## **Преимущества термометров сопротивления**

- **Высокая точность** измерений (обычно около 0,1 С)
- **Высокая надёжность** при использовании 4-х проводной схемы измерений

## **Недостатки термометров сопротивления**

- **Низкий диапазон измерений**
- **Не могут измерять высоких температур** (по сравнению с термопарами)

## Термоэлектрические термометры – термопары

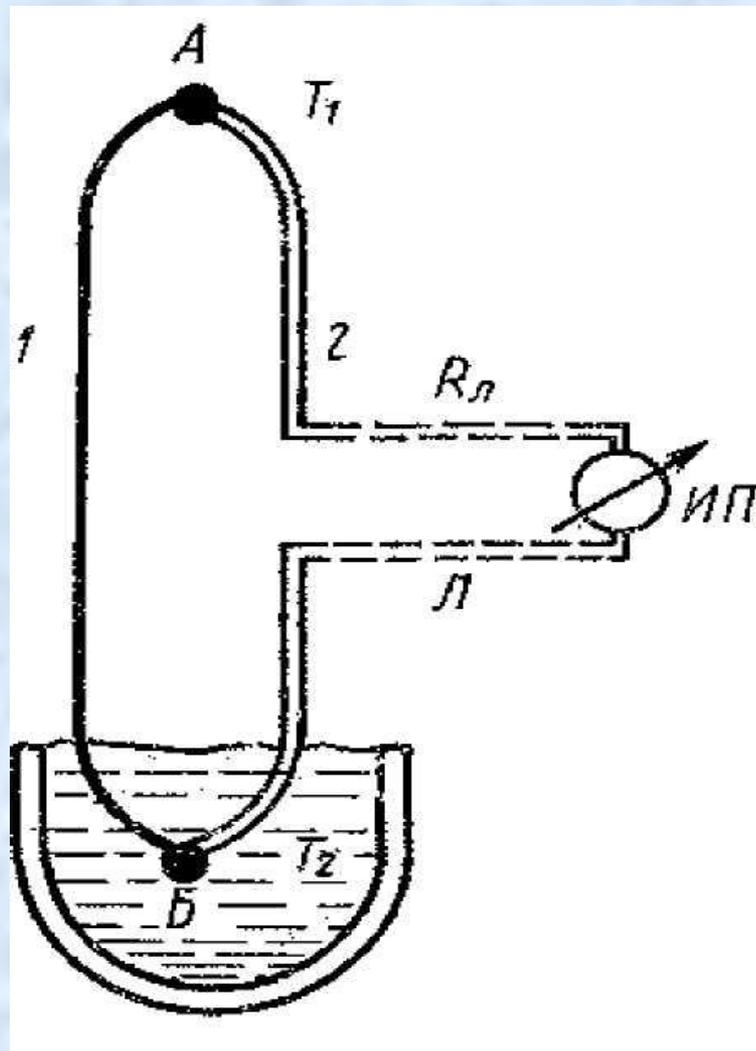
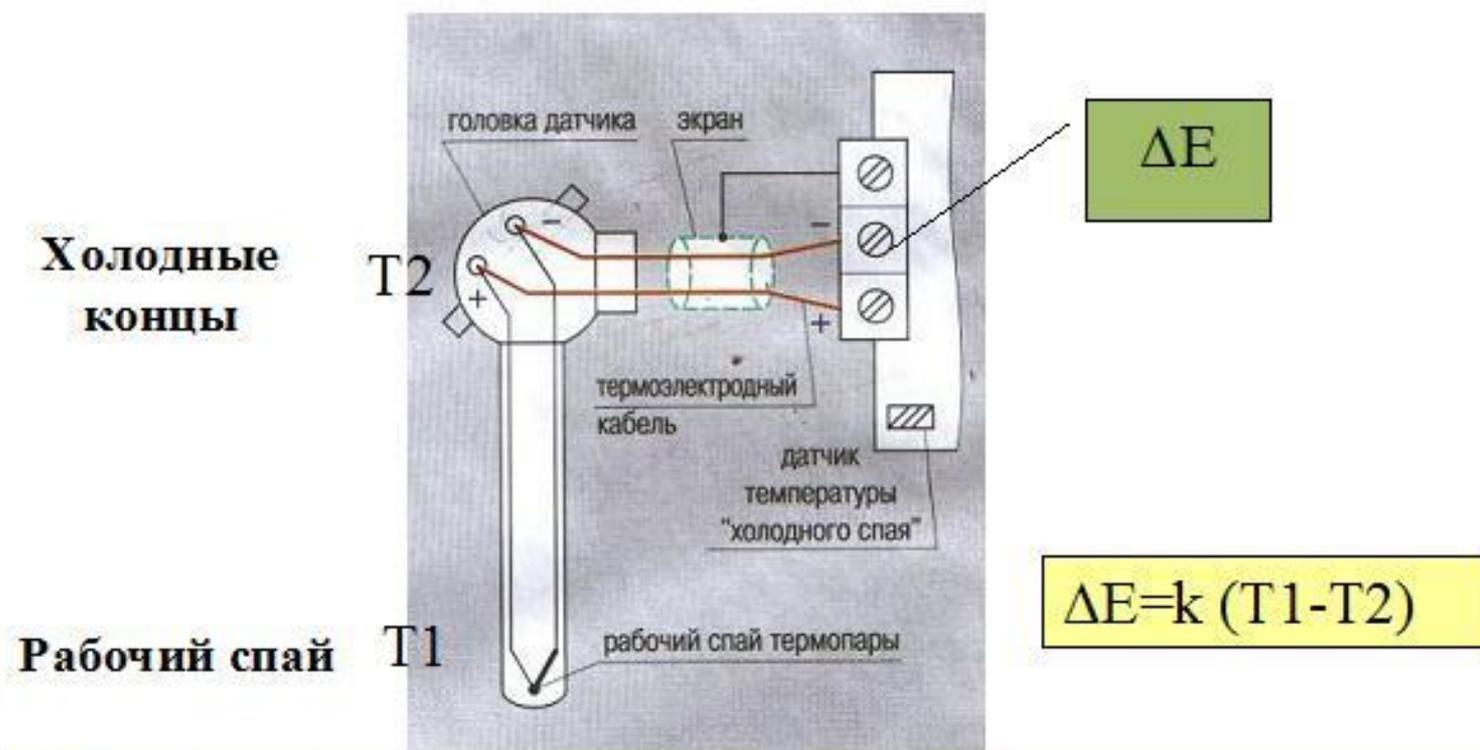


Схема термоэлектрического термометра



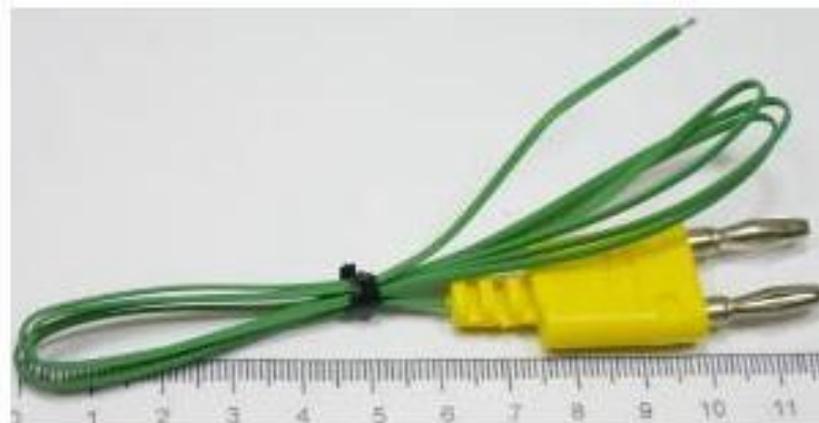
Внешний вид термопары

# Принцип действия



Рабочий спай помещается в зону измерения. К холодным концам подключается измерительный прибор. Чем больше разница температур рабочего спая и холодных концов тем больше величина ЭДС(напряжения) на холодных концах.

# Примеры термопар



## Технические характеристики

Диапазон измеряемых температур от  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+1500\text{ }^{\circ}\text{C}$  в зависимости от материала и исполнения

Применяемые материалы Платинородий-Платина (ПП), Хромель-Алюмель (ХА), Хромель-Копель (ХК) Железokonстантан (ЖК)

## **Преимущества термопар**

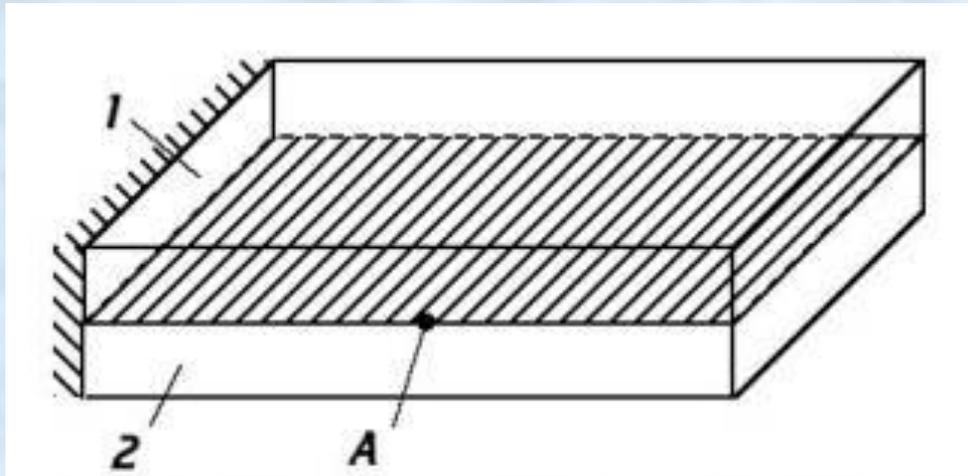
- Большой температурный диапазон измерения
- Измерение высоких температур до 1800—2200 °С

## **Недостатки**

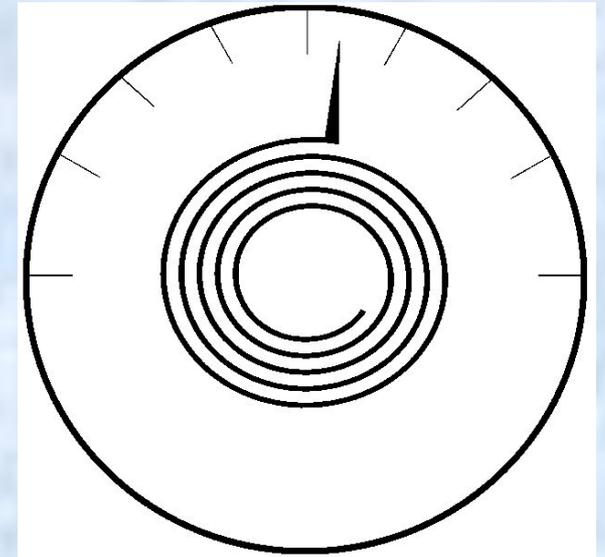
- Точность более 1 °С трудно достижима, необходимо использовать термометры сопротивления.
- На показания влияет температура свободных концов, на которую необходимо вносить поправку.

## Биметаллические устройства

Биметаллические устройства - используют в качестве датчиков-реле. Чувствительный элемент данных устройств – сваренные по всей длине (плоскости А) две металлические пластины 1 и 2 с различными коэффициентами линейного расширения (инвар-латунь, инвар-медь)



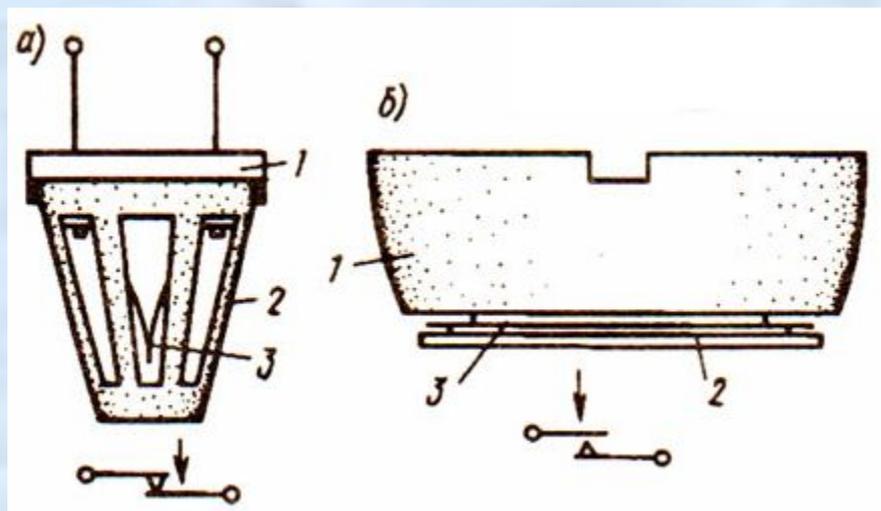
Устройство биметаллического датчика температуры



Стрелочный термометр с биметаллическим чувствительным элементом

# Использование биметаллических датчиков в пожарных извещателях

Рабочая часть такого реле представляет собой биметаллическую пластину, состоящую из двух металлов с разными температурными коэффициентами линейного расширения.



Внешний вид теплового пожарного извещателя

Тепловые датчики с легкоплавким замком (а)  
и с биметаллической пластиной (б)  
1 - основание; 2 - защитное устройство; 3 -  
чувствительный элемент

## Выводы по 1 вопросу

- Измерение температуры является сложным физическим процессом и требует специальных методик и приборов.
- Приборы контроля температуры нашли широкое применение в промышленности и технике и представляют широкий класс приборов используемых в автоматических устройствах.

## ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ

**Давлѐние** (P) — физическая величина, равная силе , действующей на единицу площади поверхности перпендикулярно этой поверхности.

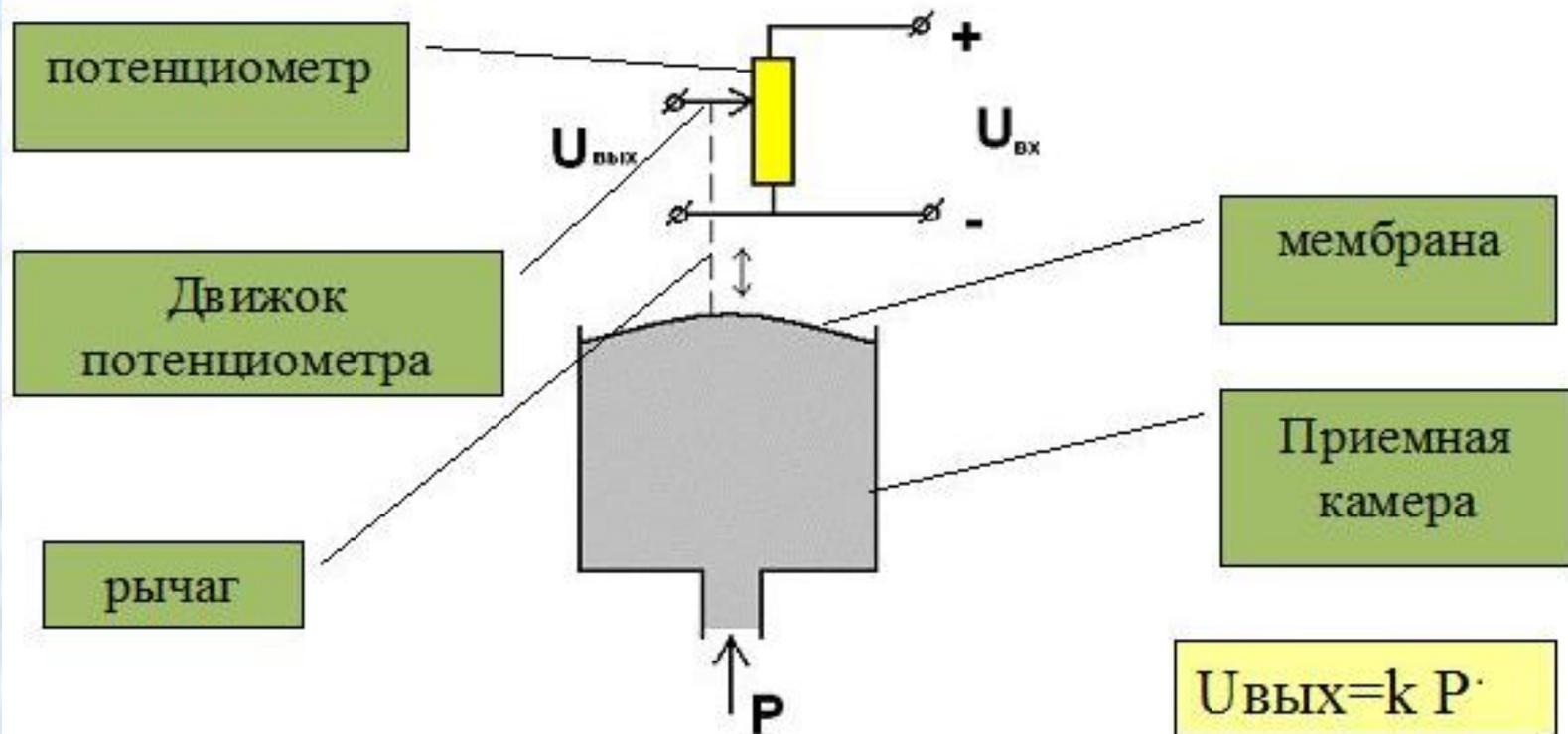
$$P_{\text{ср}} = \frac{F}{S}$$

**Измерение давления является одним из самых главных видов измерений в любых отраслях промышленности.** Надежность измерения этого параметра гарантирует безопасность и целостность установки, а также требуется во многих процессах учета расхода жидкостей, измерения абсолютного и дифференциального давления в коррозионных и абразивных средах.

Для измерения давления используют: датчики давления, манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры, тягонапоромеры.

# Датчики давления

## потенциометрический



Напряжение на выходе датчика пропорционально давлению в камере

# Примеры датчиков давления



Сапфир ДИ

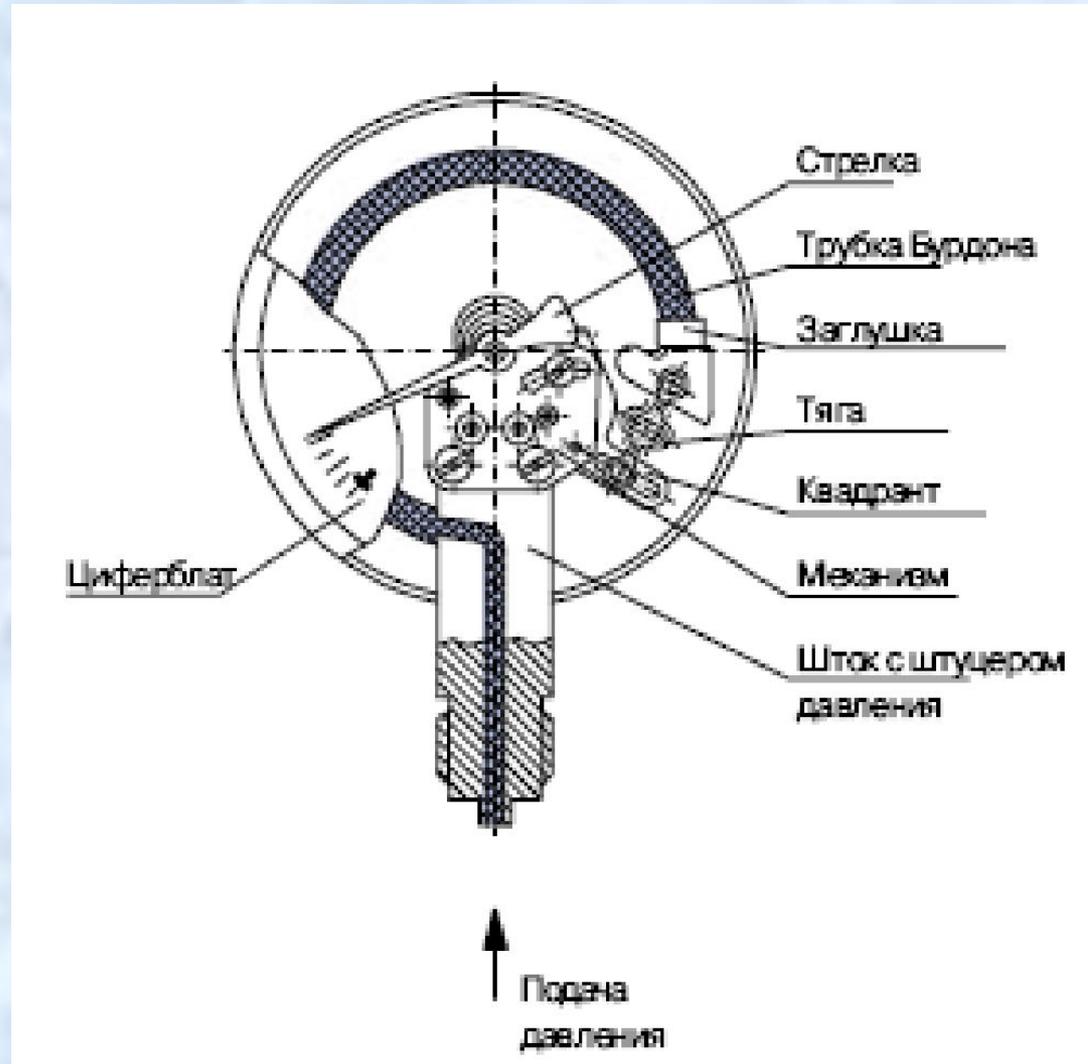


Карат

Диапазон измеряемых давлений 0 – 100 МПа

## Манометры с упругим чувствительным элементом

Они содержат чувствительные элементы, которые упруго меняют свою форму под воздействием давления

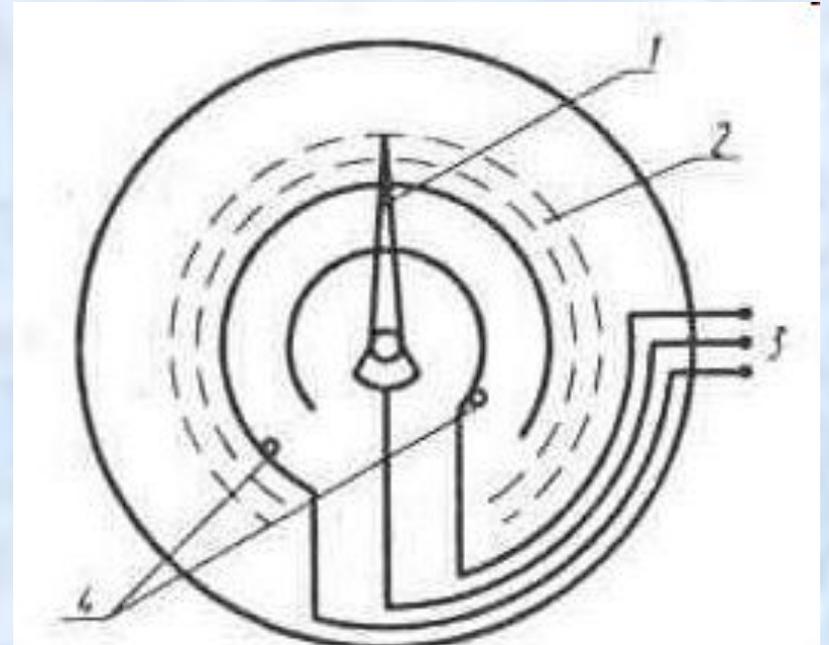


# Электроконтактный манометр

В системах автоматики применяются электроконтактные манометры



Общий вид



Электрическая схема электроконтактного манометра.

1 — стрелка, 2 — шкала, 3 — зажимы выводов, связанные с неподвижными контактами и стрелкой, 4 — контакты подвижные

- Измерение давления является одним из самых главных видов измерений в любых отраслях промышленности. Надежность измерения этого параметра гарантирует безопасность и целостность установки, а также требуется во многих процессах учета расхода жидкостей.
- Приборы контроля давления, расхода и уровня нашли широкое применение в области пожарной безопасности.

# Измерение расхода

**Расходом вещества** называется количество вещества, проходящее через данное сечение трубопровода в единицу времени. Массовый расход измеряется в кг/с, объемный - в м<sup>3</sup>/с.

$$Q = V / t.$$

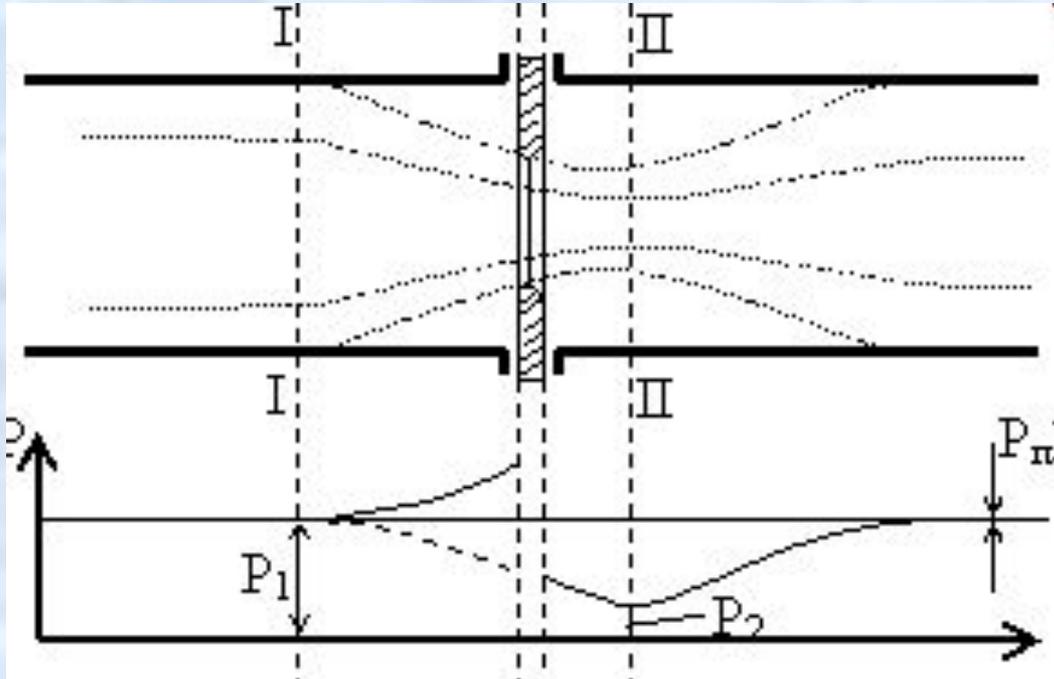
где:  $V$  – объем вещества

$t$  – время прохождения

Прибор, измеряющий расход вещества, проходящего через данное сечение трубопровода в единицу времени, называется расходомером. Если прибор имеет интегрирующее устройство со счетчиком и служит для одновременного измерения и количества вещества, то его называют расходомером со счетчиком.

## Методы измерения расхода

Метод переменного перепада давления – является самым распространенным и изученным методом измерения расхода жидкости, пара и газа.

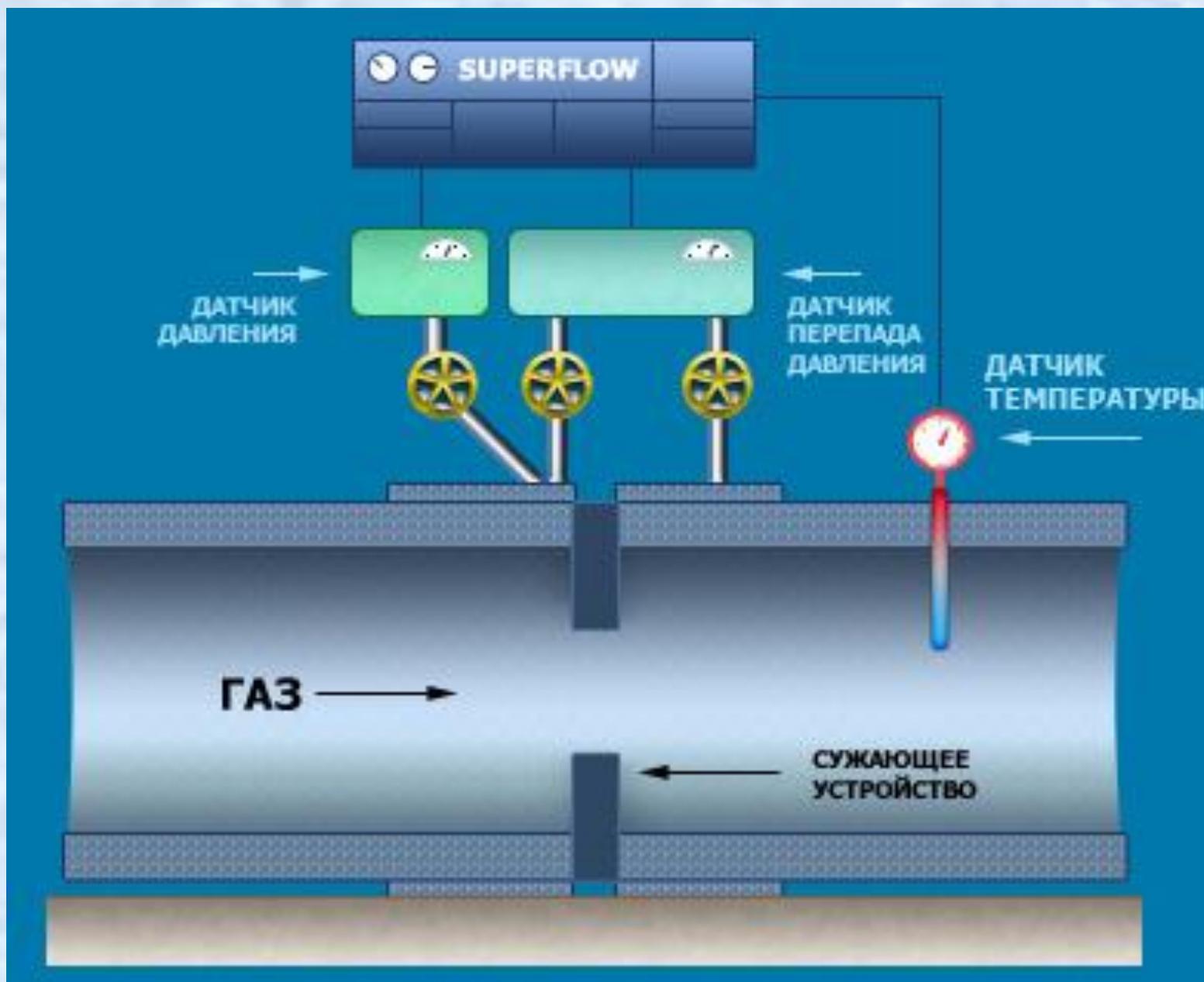


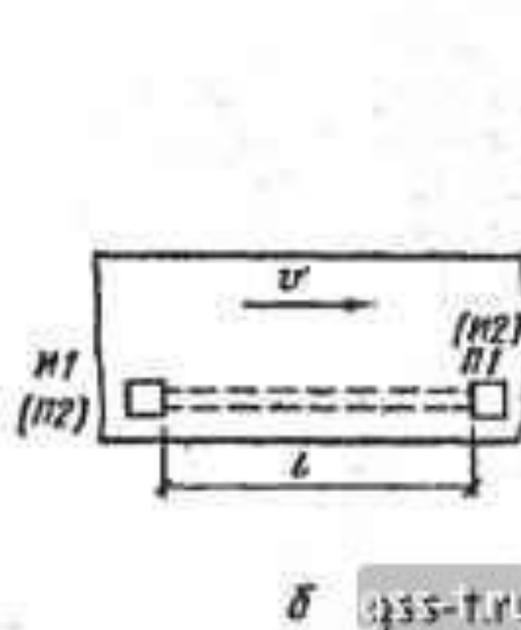
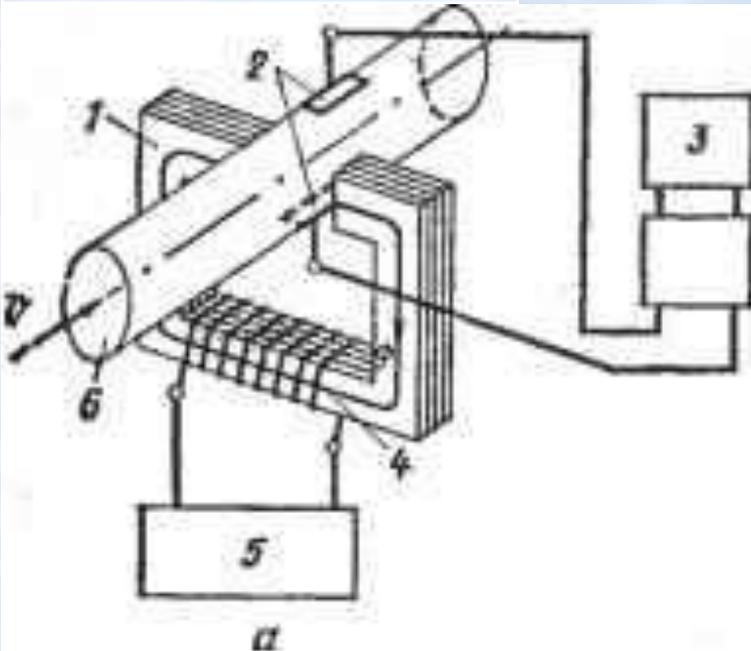
I - I - сечение потока до искажения формы.

II - II - сечение в месте максимального сужения.

$P_{п}$  - потери давления на трение и завихрения.

Разность давлений  $P_1 - P_2$  зависит от расхода среды, протекающей через трубопровод.





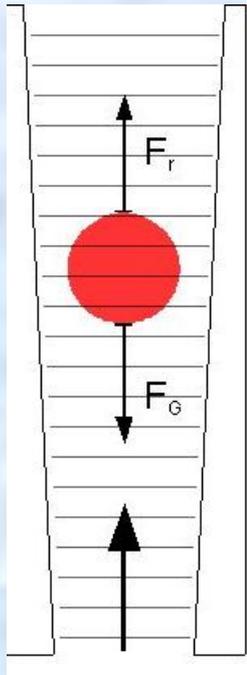
Принципиальная схема расходомеров: а - индукционного; б - ультразвукового

# Методы измерения расхода

Расходомеры постоянного перепада давления – к ним относятся гидродинамические, поршневые, поплавковые, ротаметрические расходомеры.

Наиболее распространенными приборами группы расходомеров постоянного перепада давления являются ротаметры, которые имеют ряд преимуществ перед расходомерами переменного перепада давления:

- а) потери  $P_p$  незначительны и не зависят от расхода;
- б) имеют большой диапазон измерения и позволяют измерять малые расходы.



# Измерение уровня

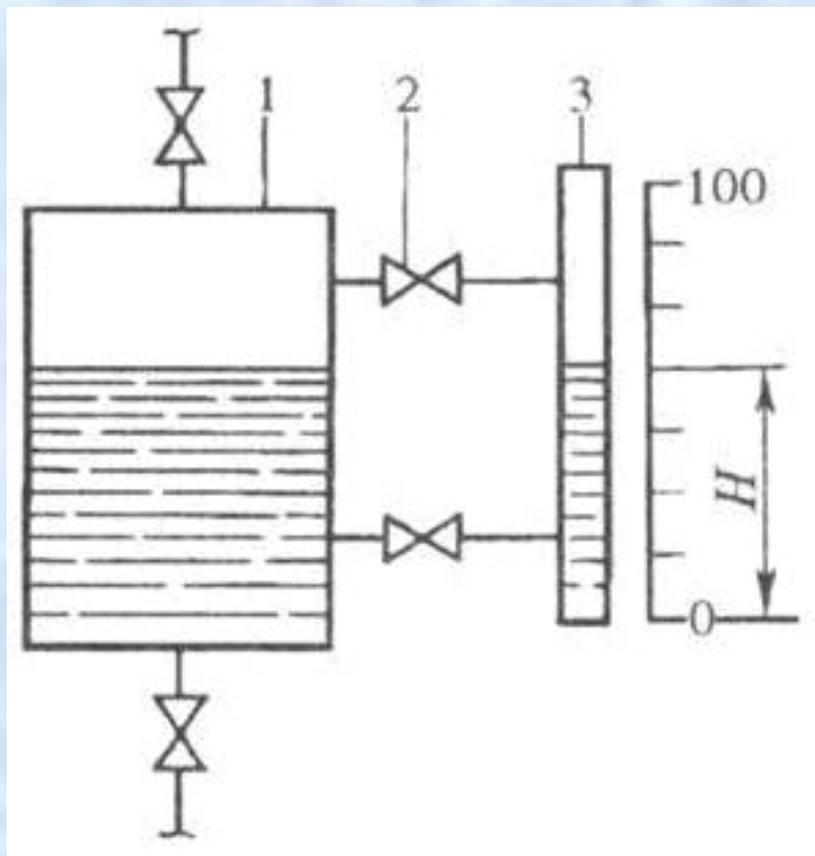
**Уровень вещества** — высота поверхности вещества, отсчитываемая относительно некоторой постоянной плоскости сравнения

**Уровнемер** — прибор, предназначенный для определения уровня содержимого в открытых и закрытых резервуарах, хранилищах и так далее.

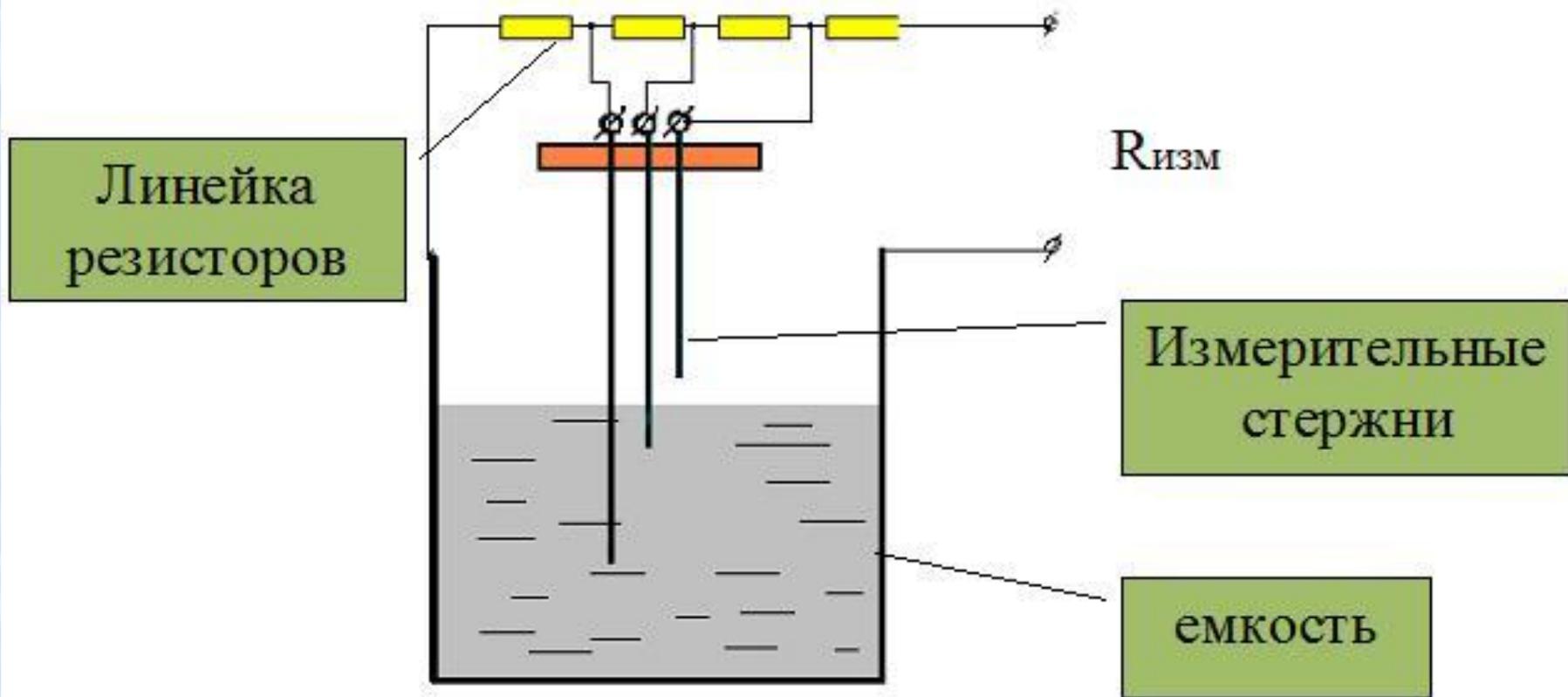
Уровнемеры так же называют датчиками/сигнализаторами уровня, преобразователями уровня. Главное отличие уровнемера от сигнализатора уровня — это возможность измерять градации уровня, а не только его граничные значения.

## Визуальные уровнемеры

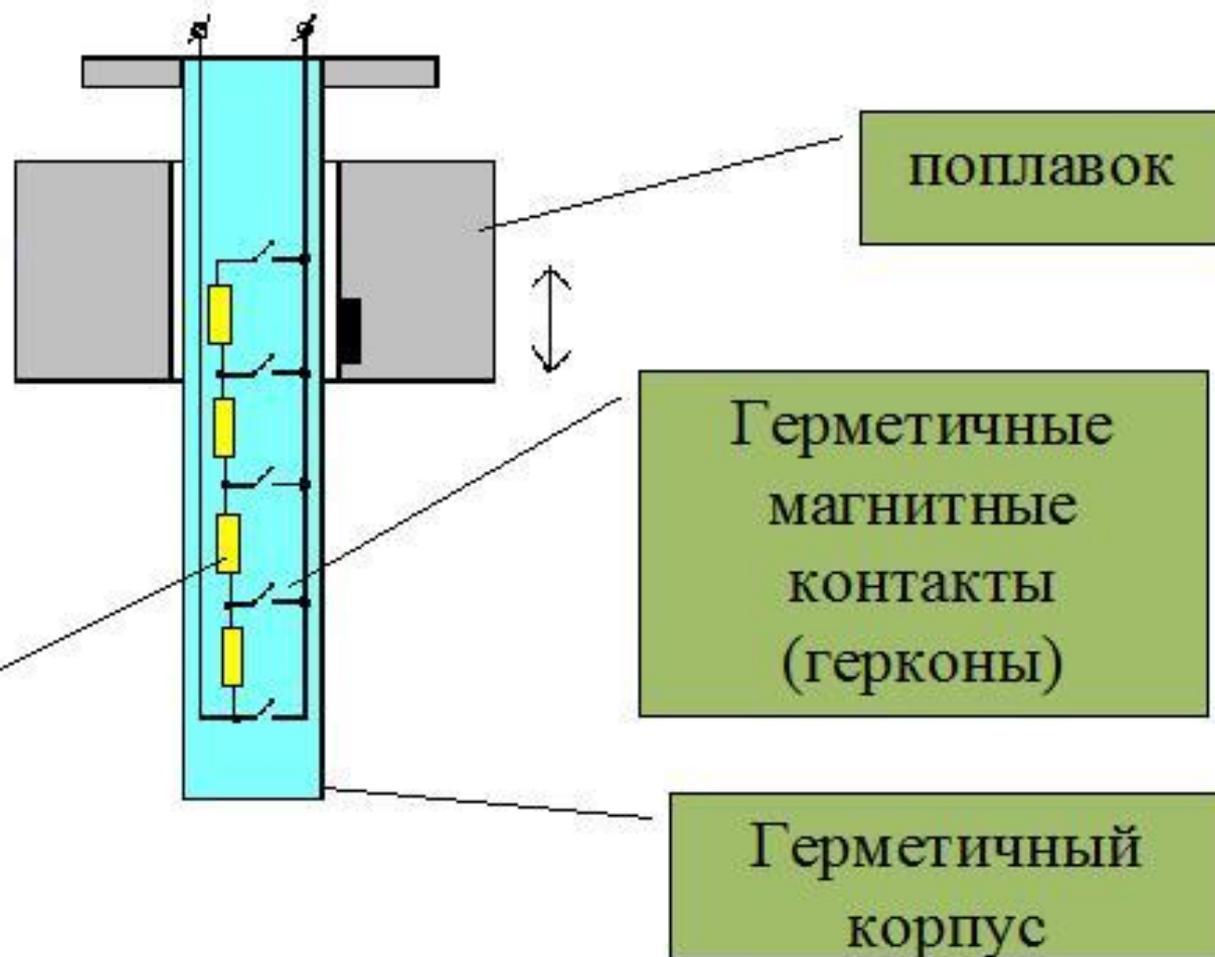
К технологическому аппарату 1 через запорные вентили 2 подсоединено указательное стекло (трубка 3).



# Контактный датчик уровня

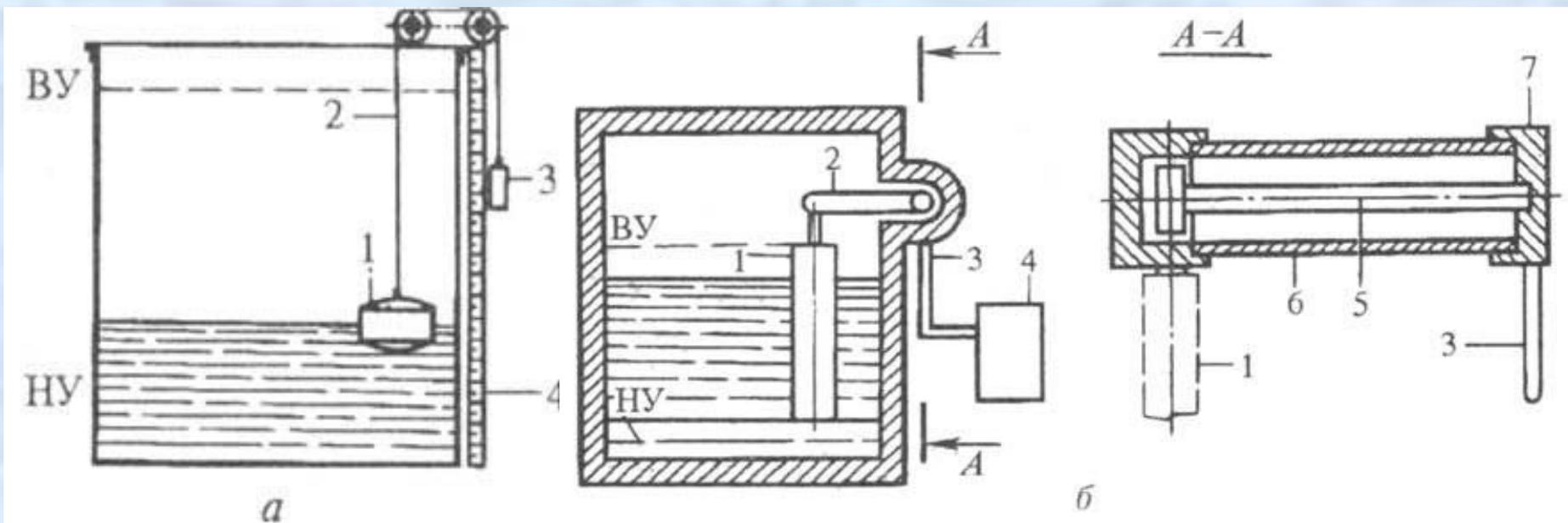


# Поплавковый датчик уровня



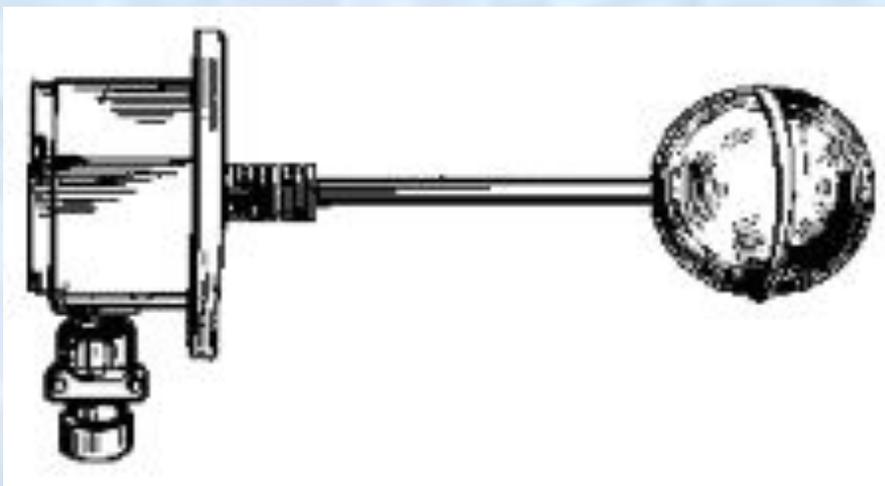
## Поплавковые уровнемеры

Поплавок 1 уравнивается грузом 3, который связан с поплавком гибким тросом 2. Уровень жидкости определяется положением груза относительно шкалы 4.



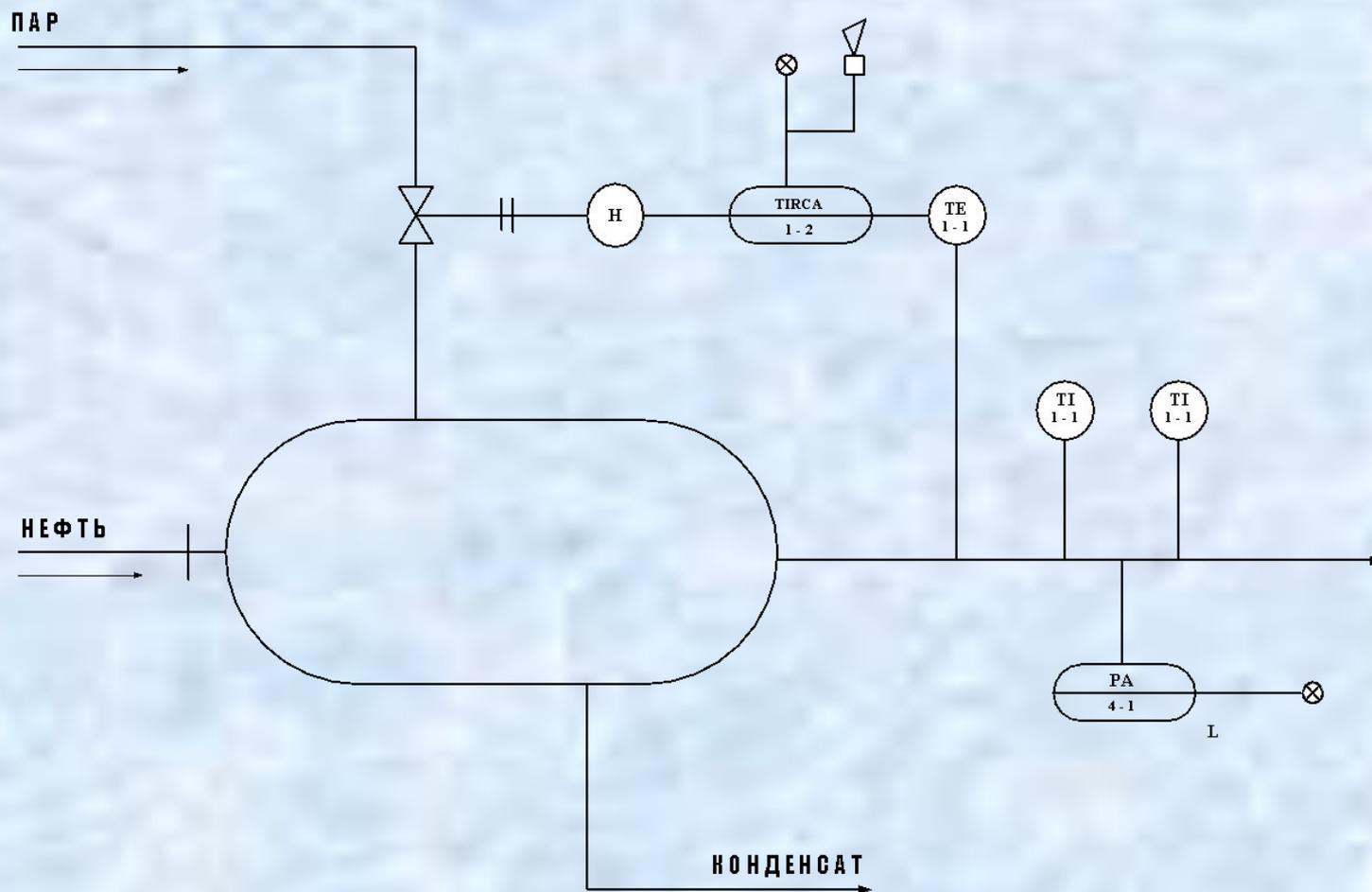
## Датчики-реле уровня

В отличие от уровнемеров, **датчики уровня показывают граничные значения** уровней (максимальный уровень, минимальный уровень, аварийный уровень и др).



Первичный измерительный преобразователь (датчик); прибор, устанавливаемый по месту	
Прибор, устанавливаемый на шите	
Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов во время наладки, снятия характеристики и т.п.)	
Исполнительный механизм. Общее обозначение. Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется	
Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом	
Регулирующий орган	
Линии связи	
Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
Пересечение линий связи с соединением между собой	

# Условно графические обозначения элементов автоматики (ГОСТ 21.404-85 Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации)



Принципиальная схема нагрева нефти паром в теплообменнике

## **Задание на самоподготовку:**

- 1. Основы теории измерения (виды и методы измерения, погрешности измерения, единицы измерения).**
- 2. Условно графические обозначения элементов автоматики.**

## Выводы

Приборы контроля параметров технологических процессов являются важнейшим элементом системы автоматического управления и представляют собой широкий спектр инженерного оборудования.