



Тема:

**Средства защиты  
при работе с  
оборудованием,  
работающим под  
давлением**



## Лекция 2

### Методы борьбы с эксплуатационными факторами разгерметизации

#### Цель лекции:

Изучить методы борьбы с эксплуатационными факторами приводящими к ослаблению конструкции сосудов

#### Учебные вопросы:

1. Методы борьбы с побочными процессами, протекающими в сосудах, приводящих к ослаблению конструкции
2. Методы борьбы с образованием взрывчатых смесей
3. Средства контроля и защиты режима эксплуатации сосудов под давлением



# ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



## Литература:

- 1-Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.** Утвержденными Ростехнадзором 11.06.2003г. № 091.
- 2-Охрана труда, техника безопасности и пожарная профилактика на предприятиях химической промышленности.** А.В. Линецкий, В. И. Пряников.  
М. «Химия». 1976г
- 3-Охрана труда в машиностроении.** Учебник для вузов.  
Е. Я. Юдин. Изд. «Машиностроение» 1983г.
- 4-Справочная книга по охране труда в машиностроении.**  
В. И. Бектобеков. Под общ. Ред. О. Н.Русака.  
Машиностроение.1989г.
- 5-Охрана труда в машиностроении.** Учебник для вузов.  
Е. Я. Юдин-2-е изд. М. «Машиностроение» 1983г.



# ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



## Методы борьбы с побочными процессами, протекающими в сосудах, приводящих к ослаблению конструкции

### Методы борьбы с коррозией:

Изменение коррозионной среды в сторону уменьшения ее агрессивности

Применением коррозионно-стойких конструкционных материалов

Электрохимическая защита металлов от коррозии

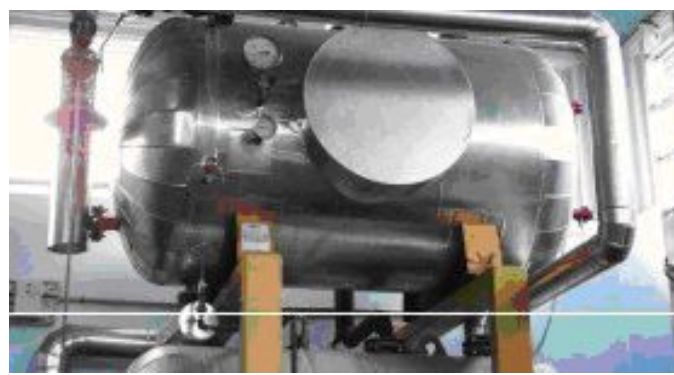
Замедлители (ингибиторы) коррозии

Изоляция металлических поверхностей от среды, путем нанесения соответствующих покрытий

## Изменение коррозионной среды в сторону уменьшения ее агрессивности

### Обескислороживание воды

Снижение содержания кислорода и  $CO_2$  сводит к минимуму риск коррозии



### ДЕАЭРАТОР

(тепловые деаэраторы,  
вакуумные деаэраторы)

Служат для снижения содержания кислорода, углекислоты и воздуха в воде.

Они применяются для обработки подпиточной воды паровых котлов, а также для деаэрации и раскисления циркуляционной воды



## Применением коррозионно-стойких конструкционных материалов

В качестве металла, для коррозионностойких сосудов используют высоколегированные марки стали, легированный чугун, или цветные металлы

### Коррозионностойкие стали:

**X18H10T**-хромоникелевая сталь;

**X17H13M2T** и **X17H13M3T**-хромоникельмолибденовые стали;

**OX21H5T, OX21H6M2T** - стали с пониженным содержанием никеля



## Легированный чугун:

**СЧЩ-1 и СЧЩ-2** никелевые чугуны (устойчивы к щелочам при повышенной температуре)

**Хромистые чугуны** (устойчивы к растворам серной, азотной и соляной кислотами)

## Цветные металлы:

**Медь, М2, М3, бронза, латунь** (изготовление теплообменников, емкостных аппаратов, ректификационных колонн)

**Алюминий** (изготовление резервуаров, колонн, теплообменников, небольших реакционных аппаратов – используют в производстве азотной, фосфорной и органических кислот)



## Коррозионностойкие неметаллические материалы

**Кислотоупорный бетон** (состоит из жидкого стекла, песка, щебня и пылевидного наполнителя, используют для строительства кислотохранилищ, специальных резервуаров, газоотходов наиболее агрессивных газов)

**Кислотоупорная керамика** (высокая стойкость к минеральным кислотам и органическим растворителям, изготавливают поверхностные абсорберы, колонные аппараты, трубопроводы и трубопроводную аппаратуру, футеровка аппаратов)

**Стекло** (стойкость к минеральным кислотам, за исключением плавиковой, широко применяются в химической промышленности стеклянные трубы)

**Фарфор** (высокая химическая стойкость, изготавливают насосы, вентили, насадочные кольца)

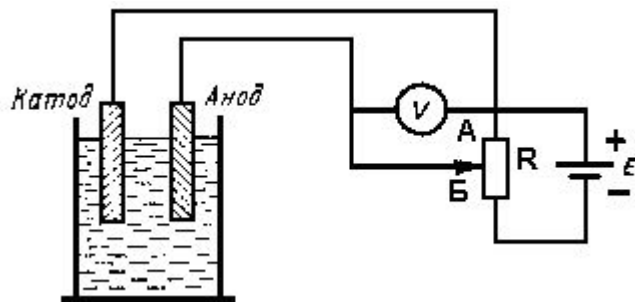
**Пластмассы** (хорошие заменители металлов: фторопласт, винипласт, полиэтилен, фторопласт - 4)



## Электрохимическая защита металлов от коррозии

Уменьшение скорости коррозии металлических сосудов путём их катодной или анодной поляризации

### Катодная защита



При нахождении ползунка резистора в точке **Б**, разность потенциалов между электродами равна нулю, и оба металла корродируют с одинаковой скоростью. Если передвигать ползунк резистора от точки **Б** к точке **А**, то разность потенциалов будет увеличиваться. При положительных показаниях вольтметра образуется защитный потенциал, который полностью остановит процесс коррозии катода. Катод будет иметь отрицательный потенциал анод положительный.

**Анодную защиту металлов применяют реже, например, для защиты хромоникелевых сталей в концентрированной серной кислоте**

## Установка катодной защиты УКЗ-3,0



УКЗ-3,0 предназначены для электрохимической защиты подземных сооружений (металлоконструкций, трубопроводов, сосудов) от коррозии

## Замедлители (ингибиторы) коррозии



Уменьшают коррозионную активность среды за счёт введения в неё специальных веществ, обычно в небольших количествах, вызывающих снижение скорости коррозионного процесса, в некоторых случаях полностью прекращающих разрушение металла

Летучими Ингибиторами Коррозии ЛИК 649 обеспечивает долговременную защиту от коррозии. Бойлерные, водогрейные котлы, теплообменники, градирни и паровые конденсатные трубопроводы



## Изоляция металлических поверхностей от среды, путем нанесения соответствующих покрытий

### Гальванический метод



### Гальваническое покрытие цинком стальных труб

Цинк является наилучшим из известных материалов для Анतिकоррозионной защиты стальных изделий и конструкций

## Электро - металлизационный метод



Нанесение алюминиевого ЭМП на стенку нефтяного резервуара



Нанесение латунного ЭМП на бойлерные трубки

За счет завихрений высокоскоростного газового потока и интенсивного разбрызгивания капель расплава при соударении со сталью, ЭМП полностью покрывают внутреннюю поверхность ЭМП создают барьерный слой, затрудняющий или полностью исключающий доступ коррозионной среды к металлу конструкции

## Антикоррозийная окраска



Объём антикоррозийной защиты



## Методы нанесения антикоррозийных покрытий



Автоматическая



Ручная



Полуавтоматическая

## Методы борьбы с накипью



1. Применение в виде рабочего тела смазочное охлаждающих эмульсий
2. Химическая подготовка воды.
3. Магнитные преобразователи воды.
4. Очистка воды многоступенчатыми мембранными фильтрами.
5. Электрогидроимпульсная очистка сосудов от накипи.
6. Ультразвуковые противонакипные устройства



## Применение в виде рабочего тела смазочное охлаждающих эмульсий

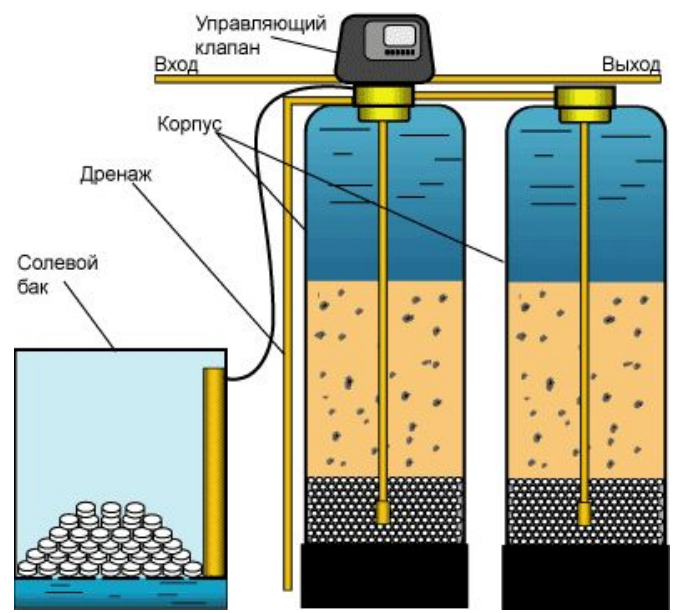


### Например

Ингибитор солеотложения и коррозии ВПП-ОС-3 ТУ 2439-015-57518521-05  
 ВПП-ОС-3 применяется в системах охлаждения с замкнутым водооборотным циклом промышленных предприятий и тепловых электростанций, в системах горячего водоснабжения, системах теплоснабжения для борьбы с коррозией и солеотложением

## Химическая подготовка воды

### Ограничение жесткости применяемой воды



В процессе умягчения соли кальция и магния, находящиеся в воде, обмениваются на соли натрия, которые не вызывают образование накипи.

Метод используется в промышленности для подготовки воды паровых котлов, теплоцентралей и т.д.



Промышленный умягчитель воды

## Магнитные преобразователи воды



### Магнитный нейтрализатор RBM (Италия)

Магнитный нейтрализатор RBM предназначен для борьбы с накипью (отложения солей кальция и магния).

Под действием магнитного поля примеси с содержанием солей кальция и магния удерживаются в коллоидном (взвешенном) состоянии и не оседают на внутренних стенках трубопроводов.

Магнитный нейтрализатор устанавливается непосредственно на трубопроводе и применяется сразу для нескольких точек водоразбора.

## Очистка воды многоступенчатыми мембранными фильтрами



### УСТАНОВКИ ОБРАТНОГО ОСМОСА

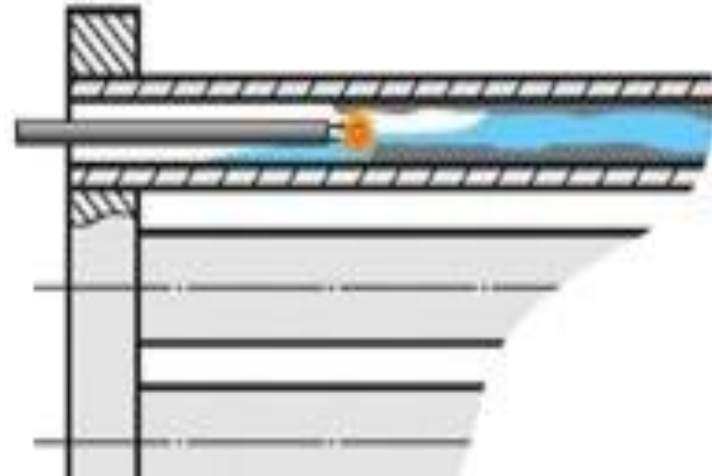
Полное обессоливание воды методами мембранной технологии

Установки данного типа используются для производства деминерализованной воды без применения соляной кислоты и каустика. Они используются для производства воды в котельных, тепловых станциях, а также для нужд химической промышленности. Установки обратного осмоса удаляют пирогенны и бактерии, не создавая проблем со сточными водами. Удаляется до 90% органических веществ, а также 98-99% солей из обрабатываемой воды

## Электрогидроимпульсная очистка сосудов от накипи



"Зевс"



" Волна "

Электрогидроимпульсные установки предназначены для очистки от накипи и отложений широкого спектра оборудования.

Принцип действия установок основан на использовании энергии электрического разряда в воде. Ударная волна и гидродинамические потоки, образующиеся при разряде в воде, разрушают накипь, не повреждая трубу



# ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



## Спектр применения электрогидроимпульсных установок:

- Теплообменные аппараты
- Котлы
- Системы отопления, водоснабжения и канализации
- Трубопроводы
- Артезианские скважины
- Многие другие виды трубного оборудования (трубы НКТ, аппараты на глиноземном производстве, печи подогрева сырой нефти, системы охлаждения электропечей и др.)

## Ультразвуковые противонакипные устройства

Акустическое устройство по удалению химических отложений  
"ЭКОАКУСТИК"



АПУ "ЭКОАКУСТИК" включает в себя генератор электрических колебаний и соединенные с ним кабелями электроакустические преобразователи, жестко закрепляемые с помощью приваренных на выбранных местах теплообменного агрегата резьбовых втулок. Режим работы устройства радиоимпульсный.

Используется для удаления отложений с внутренних поверхностей теплообменных агрегатов (очистка от накипи), а также химических резервуаров и емкостей от различных химических отложений.



## Методы борьбы с образованием взрывчатых смесей

Исключение образования горючих систем;

Предотвращение инициирования горения;

Локализация очага горения в пределах определённого устройства, способного выдержать последствия горения



## Исключение образования горючих систем

Различают:

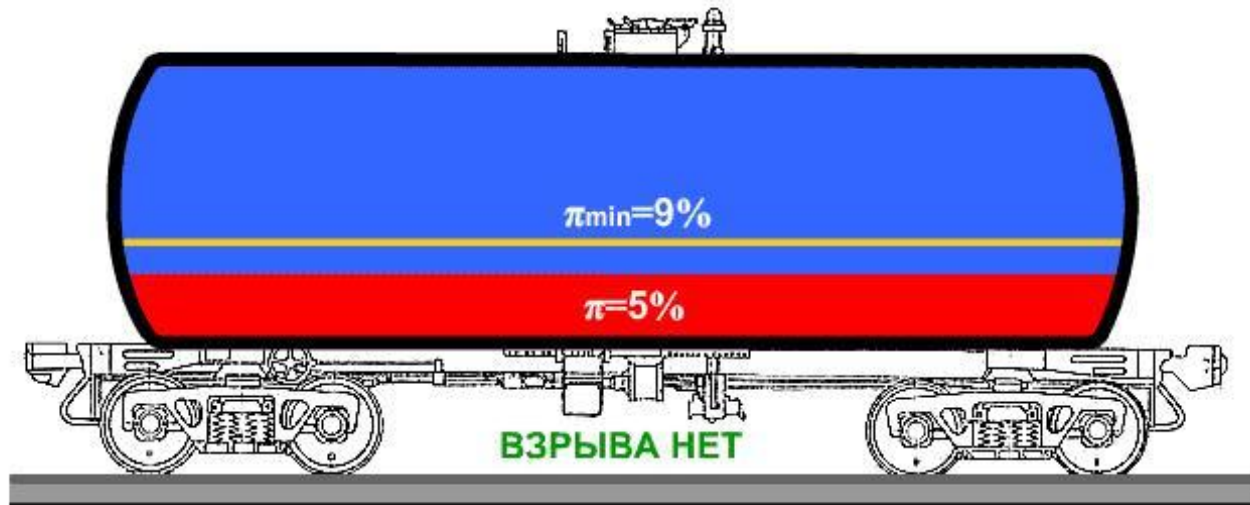
Самовоспламеняющиеся системы;  
Несамовоспламеняющиеся системы

Не горючие (взрывобезопасные) смеси, содержащие горючее и окислитель, можно разделить на три группы:

- бедные смеси, у которых  $\pi < \pi_{\min}$  ( $\pi$ -концентрация горючего в окислителе);
- богатые смеси, у которых  $\pi > \pi_{\max}$ ,
- смеси, флегматизированные инертным компонентом.

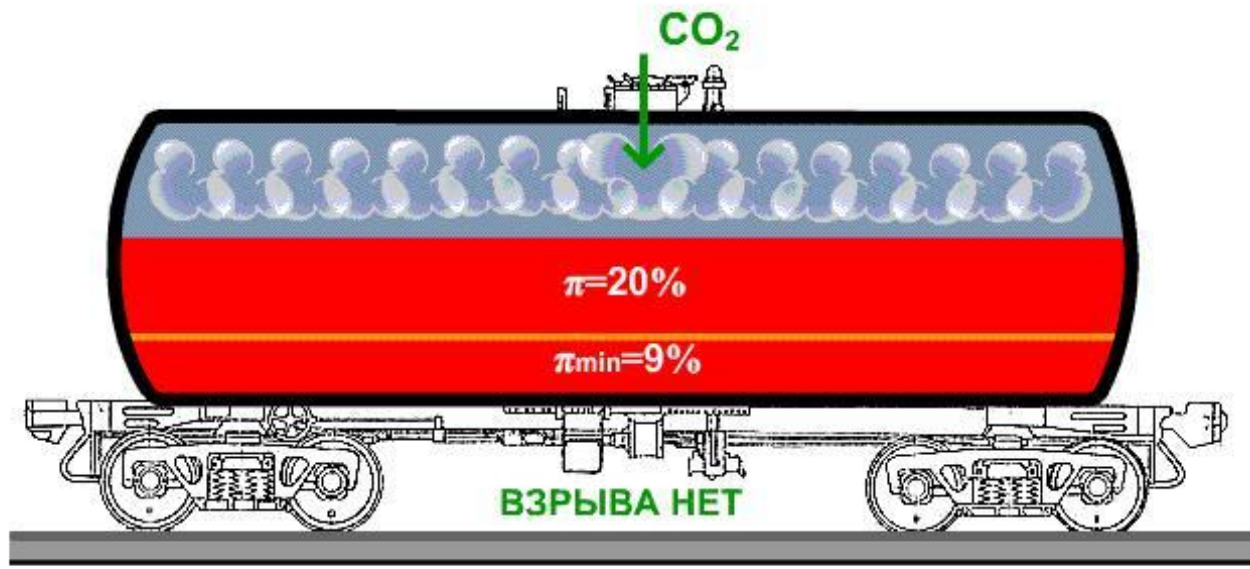
## Метод поддержания концентрации горючего меньше нижнего концентрационного предела

Метод поддержания концентрации горючего меньше нижнего концентрационного предела широко используется при работе с гомогенными газообразными смесями горючих веществ с окислителями, когда  $\pi_{\min}$  достаточно велико (9-15% и выше)



## Метод флегматизации взрывчатых смесей

В качестве флегматизаторов применяют: тепловые флегматизаторы ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ), не принимающие участие во взаимодействии горючего с окислителем, и ингибиторы (химически активные) способные тормозить реакцию горения. Избыточный компонент смеси (например, горючее) можно рассматривать как тепловой флегматизатор



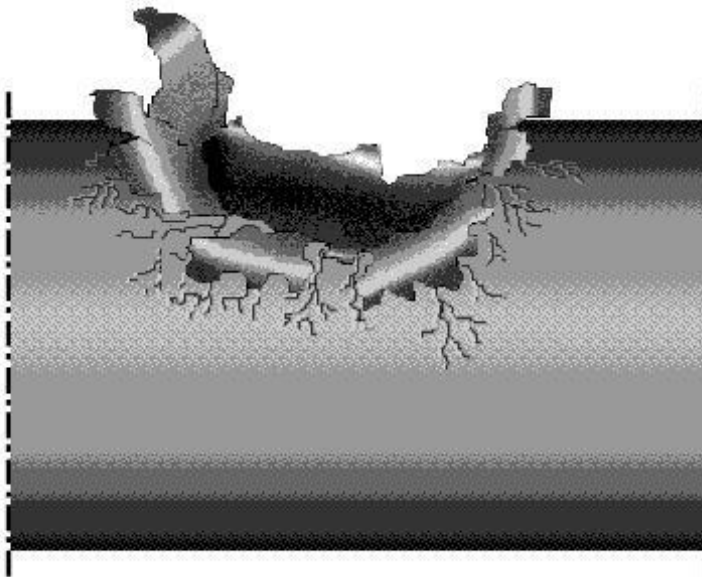
## Предотвращение инициирования горения;

Инициаторы горения (источники зажигания) это всё, что может привести к выделению энергии, достаточной для появления в горючей смеси очага пламени, способного в дальнейшем самопроизвольно распространяться.

- Электрические разряды
- Фрикционные искры
- Открытое пламя
- Нагретые твёрдые тела
- Ударные волны в газообразной, жидкой или твёрдой средах
- Адиабатическое сжатие газовых пузырьков в жидкости
- Ничтожные количества (следы) веществ, которые способны разлагаться с выделением теплоты.

## Электрические разряды

Разряды статического электричества - наиболее опасный возможный импульс поджигания взрывчатых газовых смесей. Заряды возникают на границе раздела однородных сред, на диэлектриках, проводниках. На последних они обычно не сохраняются. Наиболее благоприятной средой накопления статического электричества являются диэлектрические жидкости, а также газы, содержащие во взвешенном состоянии жидкие и твердые дисперсные частицы



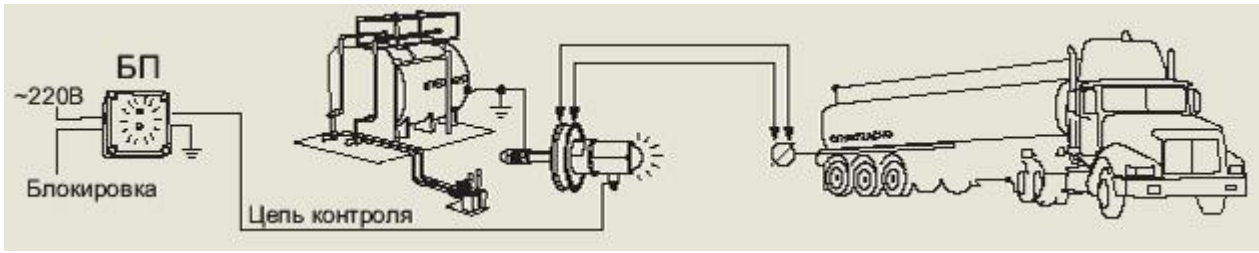
## Средства защиты для обеспечения взрывобезопасности в отношении зарядов статического электричества:

### Заземление



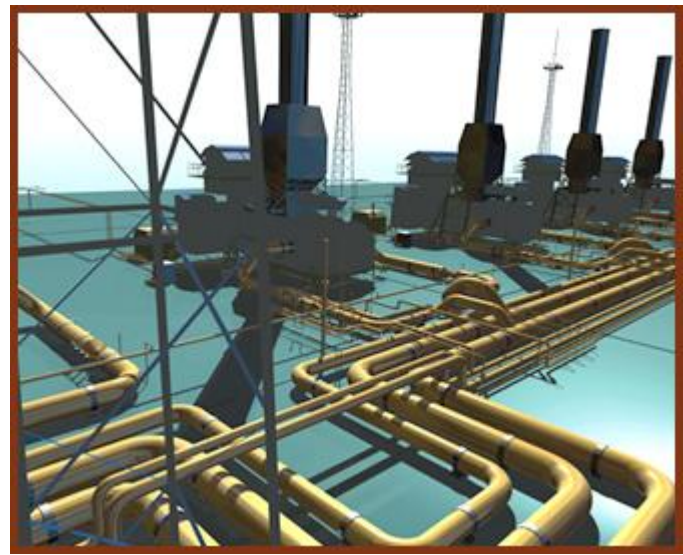
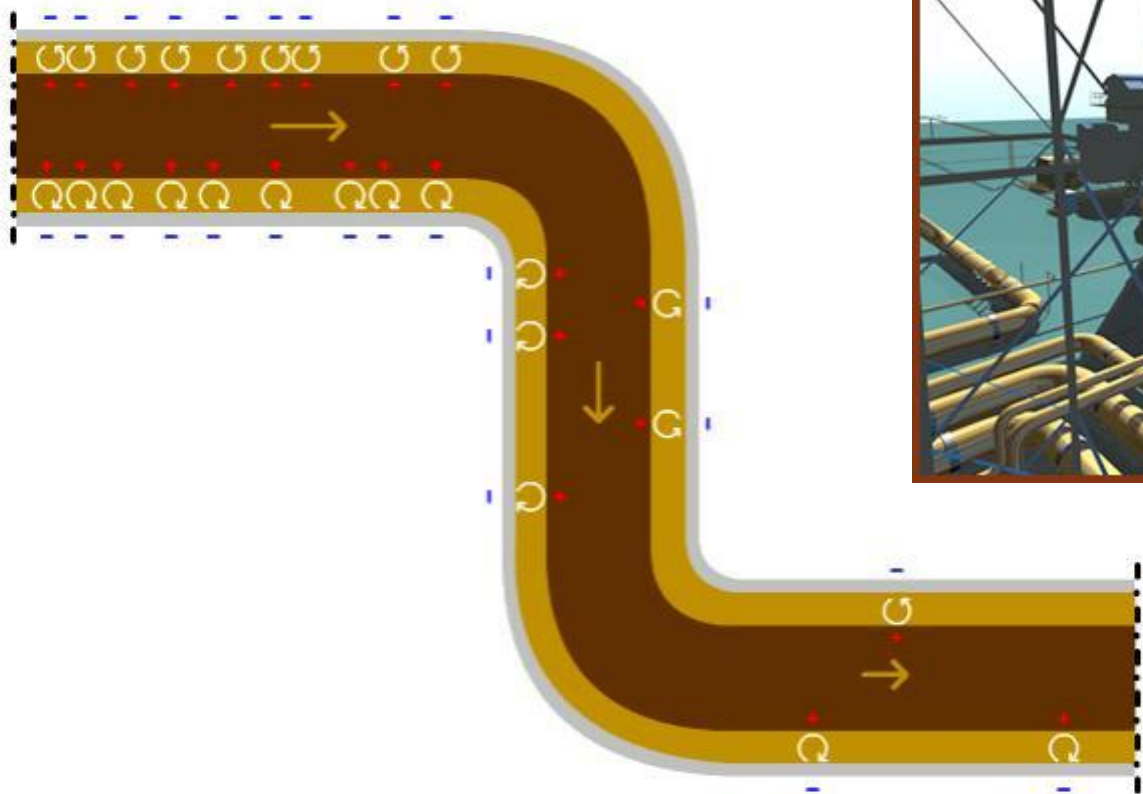
Нейтрализация электрических зарядов путем заземления электропроводящей аппаратуры газозборников.

## Устройство заземления автоцистерн УЗА-220В



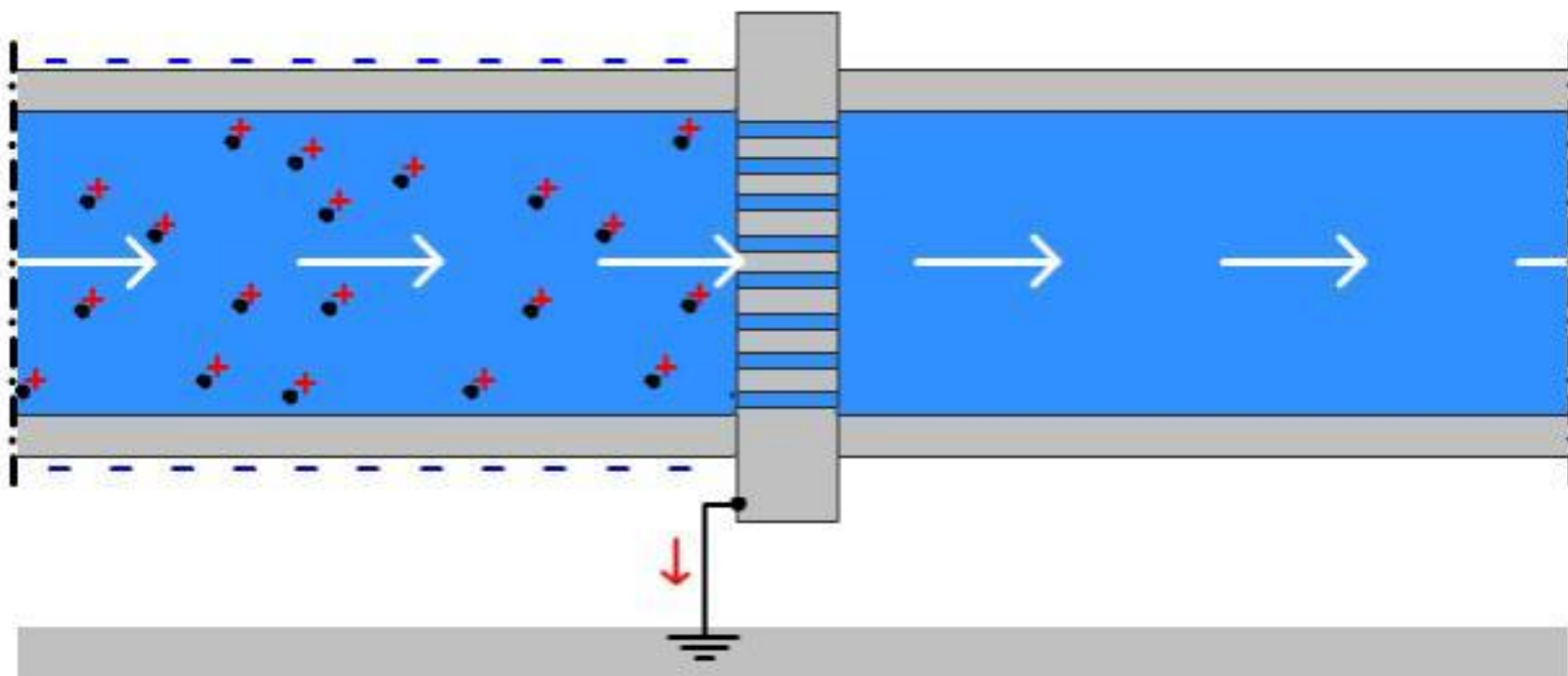
Применяется во взрывоопасных зонах для заземления автоцистерн с целью отвода зарядов статического электричества при сливе-наливе воспламеняющихся жидкостей. Устройства осуществляют постоянный контроль сопротивления цепи контура заземления автоцистерны и подачу светового сигнала при наличии заземления. Устройство УЗА на ТС ГТС устанавливается на пункте слива-налива и выполняют также функцию автоматической блокировки исполнительных механизмов слива-налива при нарушении заземления автоцистерны

## Ограничение скорости движения диэлектрических жидкостей по трубопроводам





Предотвращают образование дисперсных частиц



## Фрикционные искры

### Фрикционные искры

могут образовываться при истирании металлических предметов или при ударах по ним. Они представляют собой кусочки металла размерами **0.1- 0.5 мм**, оторванные при механическом воздействии, частично окисленные и нагретые до высокой температуры (для низкоуглеродистой стали **приблизительно 1900 К**). Поджигающая способность фрикционных искр ограничена. Опыт показывает, что только пять из распространенных в технике горючих газов и паров образуют воздушные смеси, воспламеняемые фрикционными искрами: **водород, ацетилен, этилен, окись углерода, сероугрод**



## Метод защиты

Способность гореть в кислороде – специфическая особенность железа. Поэтому, там, где существует опасность фрикционных искр, вместо искрообразующих материалов (сталь) следует применять алюминий, медь и их сплавы



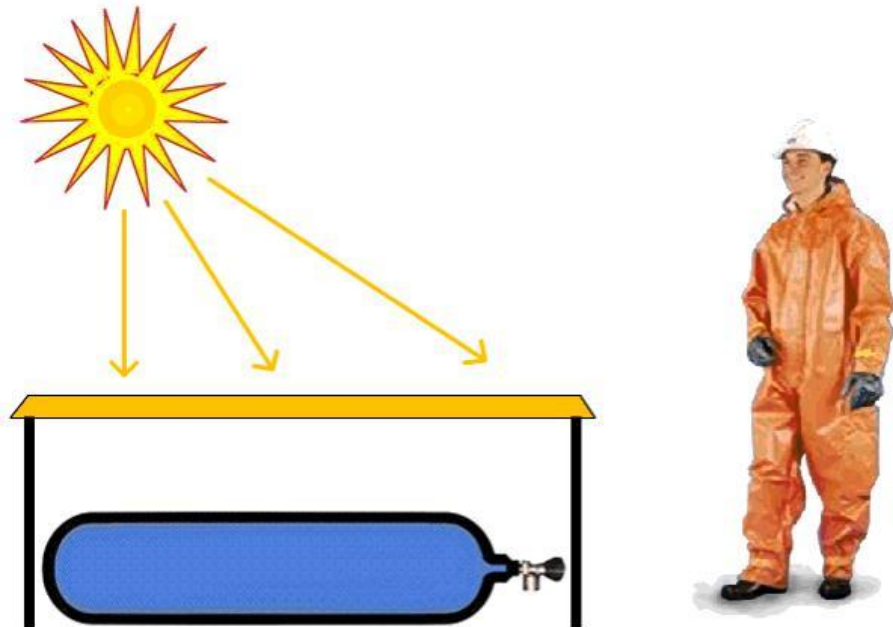
## Открытое пламя

Запретить в местах хранения, эксплуатации сосудов (установок) в районе трубопроводов **курить и пользоваться открытым огнём**



## Нагретые твёрдые тела

Сосуды (установки) должны быть защищены от действия солнечных лучей, открытого огня и теплоизлучающих поверхностей (от источников тепла с открытым огнем не ближе 5 м, от нагревательных приборов и защитных экранов не ближе 1 метра).





**Локализация очага горения в пределах определённого устройства, способного выдержать последствия горения**

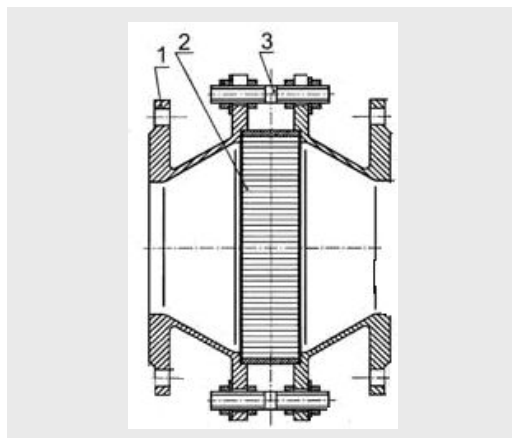
**Огневзрывопреградители**

**Обратные клапана**

**Гидравлические затворы**

**Автоматические задвижки**

## Огневзрывопреградители

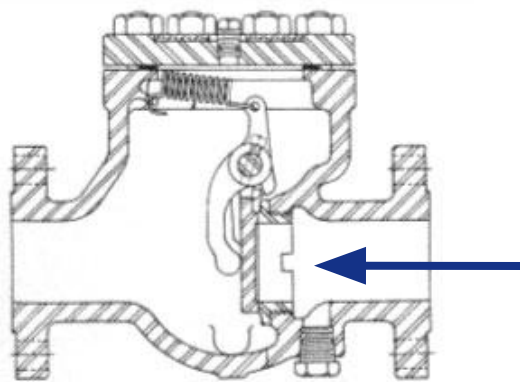


- 1 — корпус, состоящий из двух половинок;
- 2 — огнепреграждающий элемент;
- 3 — четыре соединительных шпильки

Прекращение распространения очага горения в огневзрывопреградителе достигается тем, что струя горячей смеси разбивается в нём на большое количество струек с таким малым диаметром, при котором из-за тепловых потерь пламя взрыва, а тем более пламя, образующее при нормальном горении, не может распространяться.

## Обратные клапана

Обратные клапаны устанавливаются на трубопроводах, транспортирующих техническую, питьевую, горячую и холодную воду, агрессивные среды. Они предназначены для пропуска жидкости только в одном направлении, предупреждают обратное течение жидкости, обеспечивают безопасность сети в случае гидроударов



Клапан специально настроен для герметичного перекрытия обратного потока. С помощью рычага управления затвор устанавливается в закрытом положении, что обеспечивает гарантированную защиту от обратного потока. При этом при движении потока в нормальном направлении клапан легко открывается и пропускает поток.



## Гидравлические затворы

### Автоматические задвижки



Электропривод



Пневмопривод





# ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



## Средства контроля и защиты режима эксплуатации сосудов под давлением

Параметры, характеризующие состояние  
рабочего тела:

**давление;**

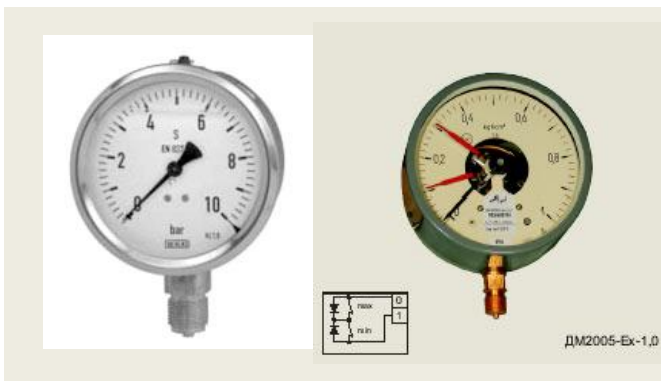
**температура;**

**уровень жидкости;**

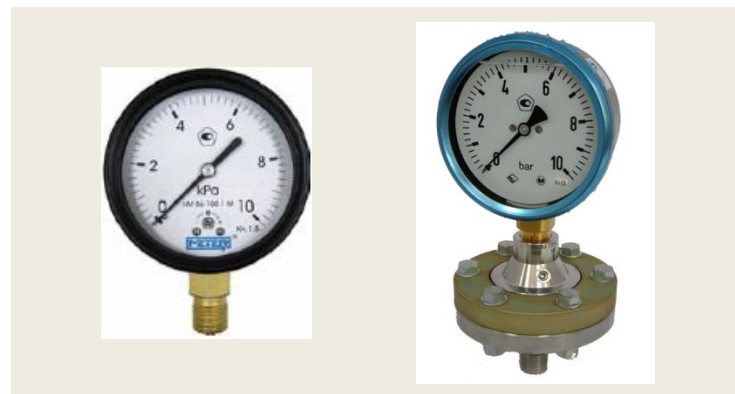
**присутствия газа в воздухе**

## Давление

Средства измерения:



**Пружинные манометры**



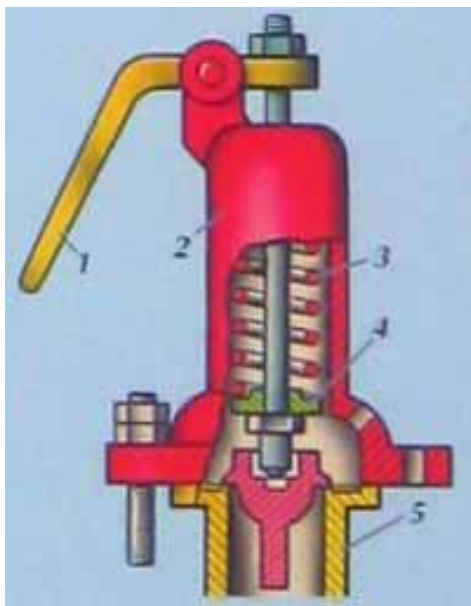
**Мембранные манометры**



**Датчики давления**

## Предохранительные клапаны прямого действия:

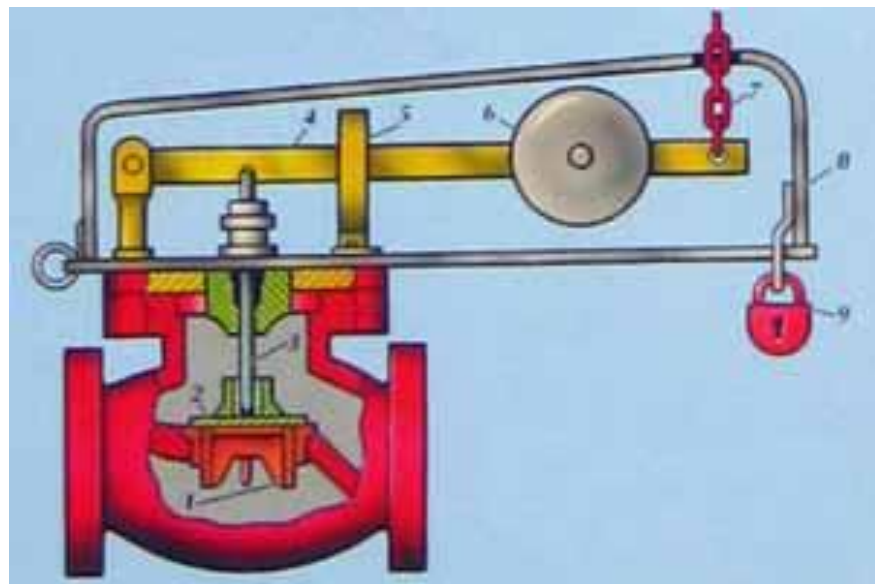
### Пружинные предохранительные клапана.



1. Рычаг для опробования
2. Корпус
3. Пружина
4. Тарелка с направляющими
5. Седло клапана

**(Запрещается затягивать пружину сверх установленной величины.)**

## Рычажно-грузовые предохранительные клапана



1. Седло
2. Тарелка
3. Шток
4. Рычаг
5. Направляющая вилка
6. Груз
7. Цепочка
8. Кожух
9. Замок

Клапан путем перемещения груза регулируют так, чтобы он срабатывал сразу же, как только давление в сосуде превысит разрешенное. После регулировки кожух запирают и пломбируют.

**Запрещается перегружать клапан увеличением нагрузки (перемещением груза) или заклиниванием. Клапан устанавливать на передвижные сосуды запрещается!**



# ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



**Предохранительные разрывные устройства:**

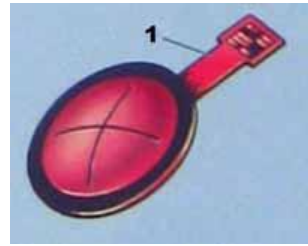
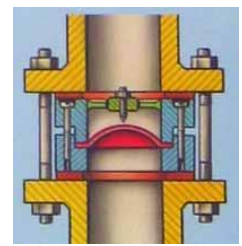
**Разрывные мембраны**

**Выщёлкивающие мембраны**

**Предохранительное устройство с разрывным болтом**

**Предназначены для защиты технологических аппаратов и трубопроводов от возможного несанкционированного повышения давления сверх расчетного**

## Мембранные предохранительные устройства (МПУ)



**Разрывные мембраны**

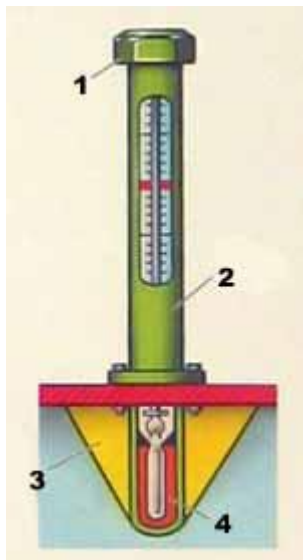


**Устройство с разрывным стержнем**

## Температура рабочего тела

### Средства измерения

предназначены для измерения температуры жидких и газообразных сред в стационарных промышленных установках



- 1. Заглушка
- 2. Гильза
- 3. Ребро жесткости
- 4. Масло

**Жидкостной термометр с визуальным наблюдением**



**ТКП-100Эк-М1**



## Преобразователи температуры



**Термопары ТП-К(N; L) 0001**



**Термометры сопротивления  
ТС 088**



## Защитные устройства сосудов от повышения в них Температуры рабочего тела

**Системы охлаждения**

**Системы вентиляции**

**Условия хранения**

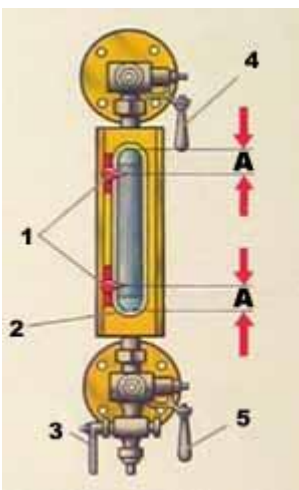
**Регулирование потоков жидкости и газов**

**Термоизоляция**

**Определения временного режима  
эксплуатации сосудов**

## Уровень жидкости;

### Жидкостные указатели уровня.



1. Указатели уровня
2. Видимая кромка стекла
3. Спускной кран (служит для продувки)
4. Паровой кран
5. Водяной кран
- А. не менее 25 мм



Мембранные указатели уровня

**На водоуказательных приборах должны быть неподвижно закреплены металлические указатели максимального и минимального уровней.**



Водомерные стёкла

## Датчики реле уровня РОС



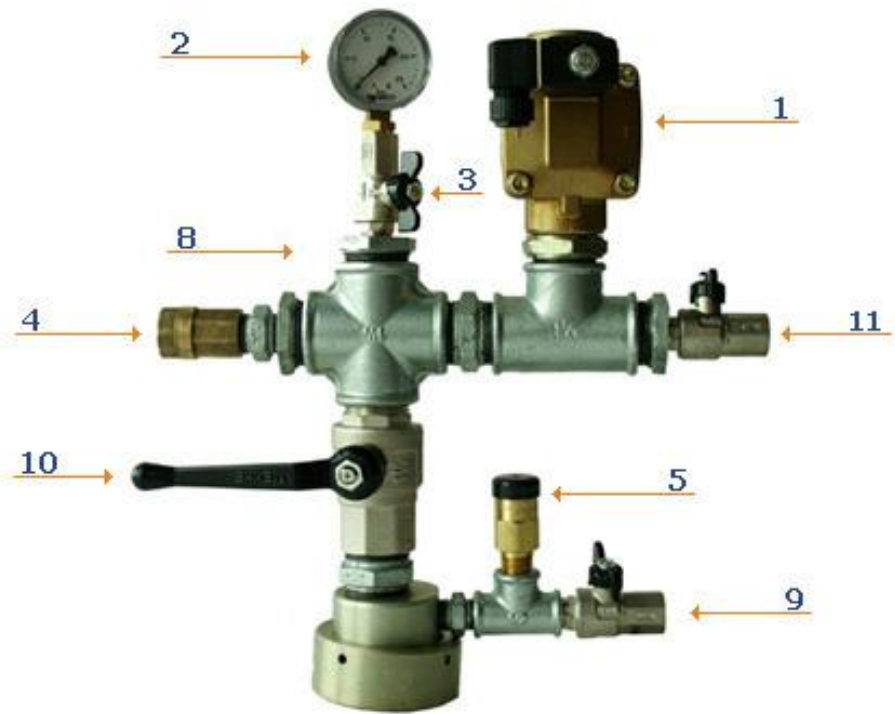
Датчики реле РОС 101

Принцип действия датчиков реле основан на высокочастотном методе преобразования изменения электрической емкости чувствительного элемента, вызванного изменением уровня контролируемой среды в "релейный" выходной сигнал

**Предназначены для контроля уровня электропроводных и неэлектропроводных жидкостей, твёрдых (кускообразных) сред, а также раздела сред: вода - светлые нефтепродукты, сжиженные углеводородные газы - вода и других жидкостей с резко отличающимися диэлектрическими проницаемостями**

## Защитные устройства сосудов от нерегламентированного изменения уровня жидкости

### Арматура для регулирования потоков жидкости и газов



1. Эл. магнитный клапан
2. Манометр
3. Кран для поверки манометра
4. Обратный клапан для заправки газом и перемешивания ОТВ
5. Предохранительный клапан
6. Баллон (на схеме отсутствует)
7. Сливной кран внизу баллона (на схеме отсутствует)
8. Пробка для заливки ОТВ
9. Кран выпуска газа при заливке ОТВ, при тех обслуживании.
10. Кран для проверки эл. магнитного клапана
11. Кран для заливки ОТВ насосом (кран для выпуска газовой "пробки" из коллектора).



**Вентили**



**Задвижка**



**Обратный клапан**



**Предохранительные  
клапаны**



## Определение присутствия газов в воздухе



**Газоанализаторы;**



**Газосигнализаторы**



**Газоиндикаторы  
(диффузионные,  
электрические,  
калориметрически,  
оптические и др.)**



**Защитные устройства**

**Аварийная сигнализация**

**Аварийная вентиляция**

**Аварийное отключение**

**ИСЗ**