



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Тема 9.5: «Защита технологического оборудования и коммуникаций от распространения пожаров»



Учебные цели:

Изучить защиту технологического оборудования и коммуникаций от распространения пожара, огнезадерживающие устройства, сухие огнепреградители, гидравлические и механические огнезадерживающие устройства.

Учебные вопросы:

1. Условия для быстрого развития пожаров по коммуникациям.
2. Сухие огнепреградители. Классификация и принцип действия.
3. Гидравлические и механические огнезадерживающие устройства.



Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Основная:

1. Пожарная безопасность технологических процессов. Учебное пособие/ Хорошилов О.А, Пелех М.Т., Бушнев Г.В. и др.; Под общ. ред. В.С. Артамонова – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2012.- 300 с.

Дополнительная:

1. Водяник В.И. Взрывозащита технологического оборудования. - М.: Химия, 1991.-256 с.
2. Пожарная безопасность технологических процессов. Учебник/ С.А. Горячев, С.В.Молчанов, В.П.Назаров и др.; Под общ. ред. В.П. Назарова и В. В. Рубцова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007.- 221с.

Нормативные документы:

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной» безопасности
2. ПРАВИЛА противопожарного режима в Российской Федерации. УТВЕРЖДЕНЫ постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390.
3. ГОСТ Р 53323-2009. Огнестойкие преграды и искрогасители. Общие технические требования. Методы испытаний. М. Издательство стандартов. 2009.
4. ПБ-09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для химических и нефтехимических производств



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Вопрос 1

Условия для быстрого развития пожара по производственным коммуникациям



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Скорость распространения горения:

$$U_H = \frac{n \cdot a \cdot Q'_V(T)}{Q'_-}$$

где n - относительный температурный градиент;

a - коэффициент температуропроводности горючей смеси, $\text{м}^2/\text{с}$;

$Q'_V(T)$ - скорость тепловыделения единицей объёма, $\text{Вт}/\text{м}^3$;

Q'_- тепловой поток от зоны горения в окружающую среду.



Внутри трубопроводов огонь распространяется с большой скоростью в следующих случаях:

- если внутри трубопроводов, воздухопроводов, траншей, туннелей или лотков находится газо -, паро или пылевоздушная горючая среда;
- когда трубопроводы с этой горючей средой работают неполным сечением;
- если в системе городской или заводской канализации на поверхности воды имеется слой ЛВЖ или ГЖ;
- когда имеются горючие отложения на поверхности труб, каналов и воздухопроводов;
- если в трубопроводах находятся газы, газовые смеси или жидкости, способные самовоспламеняться под воздействием температуры или давления.



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Вопрос 2

Сухие огнестойкие преградители. Классификация и принцип действия



В зависимости от **конструктивного исполнения пламегасящего элемента** различают огнепреградители:

- сетчатые;
- кассетные;
- пластинчатые;
- с пламегасящими элементами из гранулированных и пористых материалов.



Сухие огнестойкие преградители - защитные устройства, которые свободно пропускают поток газов через твердую огнезащитную насадку, но задерживают пламя (гасят его).

Действие сухих огнестойких преградителей заключается в разбиении газового потока на большое число маленьких струек, в которых потери тепла превышают тепловыделение в зоне реакции. При этом температура горения и скорость реакции настолько уменьшаются, что дальнейшее распространение горения смеси становится невозможным.



В зависимости от места расположения на оборудовании различают следующие огнепреградители:

- коммуникационные, устанавливаемые на межаппаратных и межцеховых коммуникациях - предназначены для локализации пожаров на определённом участке технологической схемы;
- резервуарные, устанавливаемые на дыхательной арматуре резервуаров, мерников, промежуточных емкостей, напорных баков и других аппаратов, внутренний объём которых сообщается с атмосферой;
- сбросные, устанавливаемые на трубах для выброса горючих газов в атмосферу или на факел перед горелками;



По конструктивному исполнению, огнегасящие устройства сухих огнепреградителей, могут быть в виде сеток и насадок.

сухие огнепреградители по конструктивному исполнению разделяют на сетчатые и насадочные.

Насадочные:

- насадка из сыпучих гранулированных материалов
- из пористых материалов
- в виде пластин
- в виде кассеты

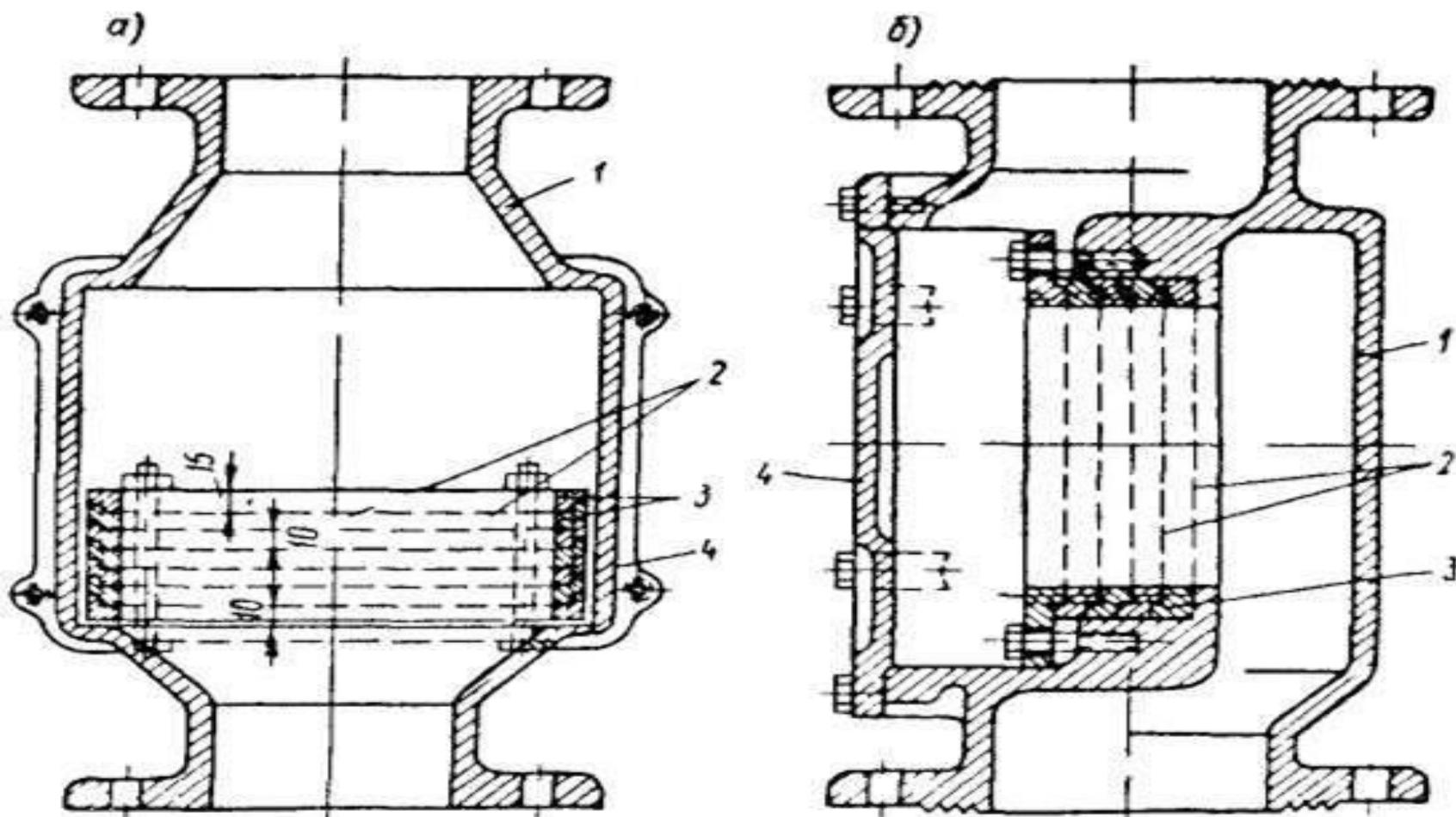


Рис. 1 Сетчатый огнепреградитель:
а - с поперечным расположением сеток; б - с продольным расположением сеток;
1 - корпус; 2 - сетки; 3 - прокладки; 4 - крышка

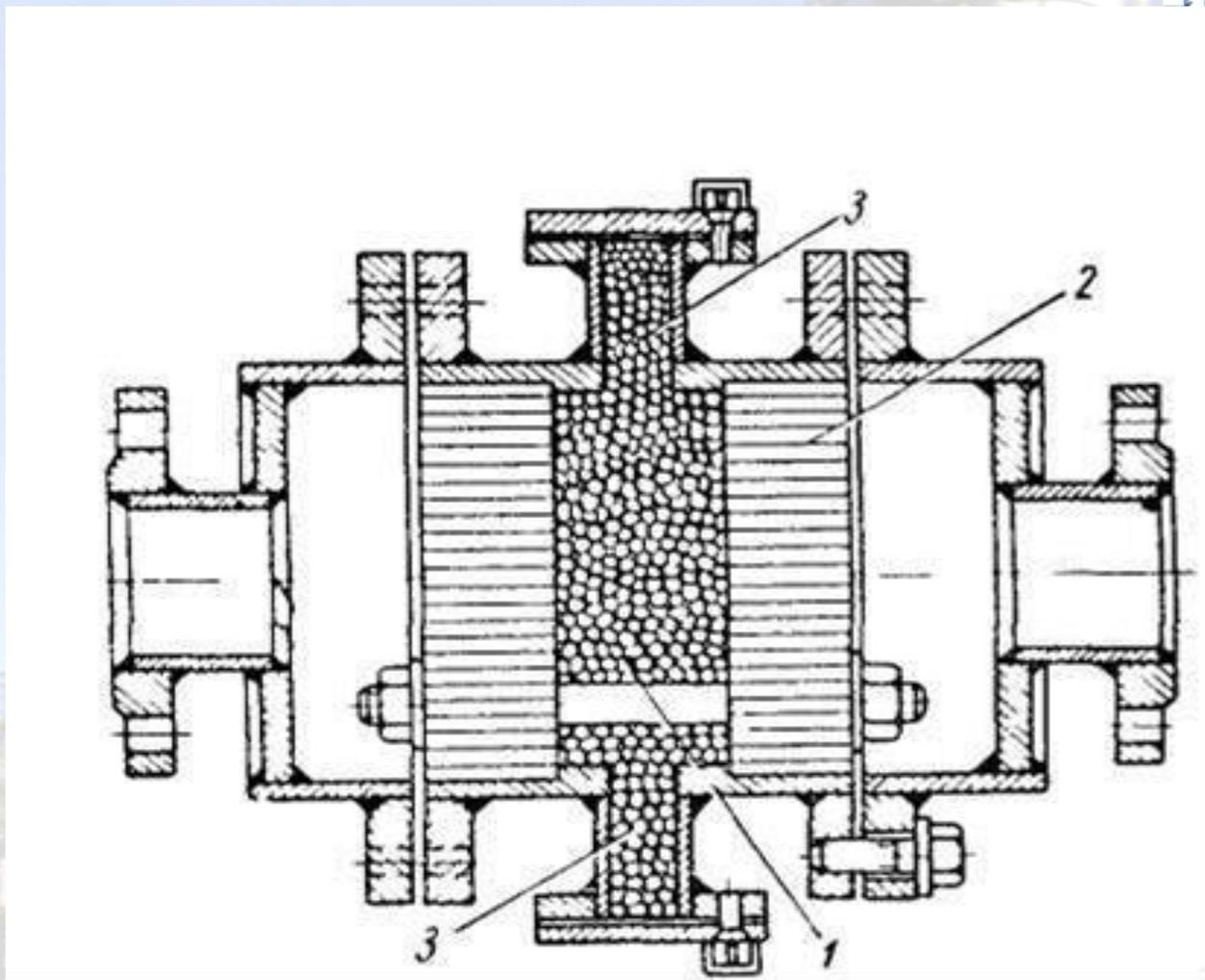


Рис. 2. Огнепреградитель с насадкой из гранулированного материала:
1 - огнегасящая насадка из шариков; 2 - решетка с охлаждающими ребрами; 3 - запас шариков для компенсации потерь

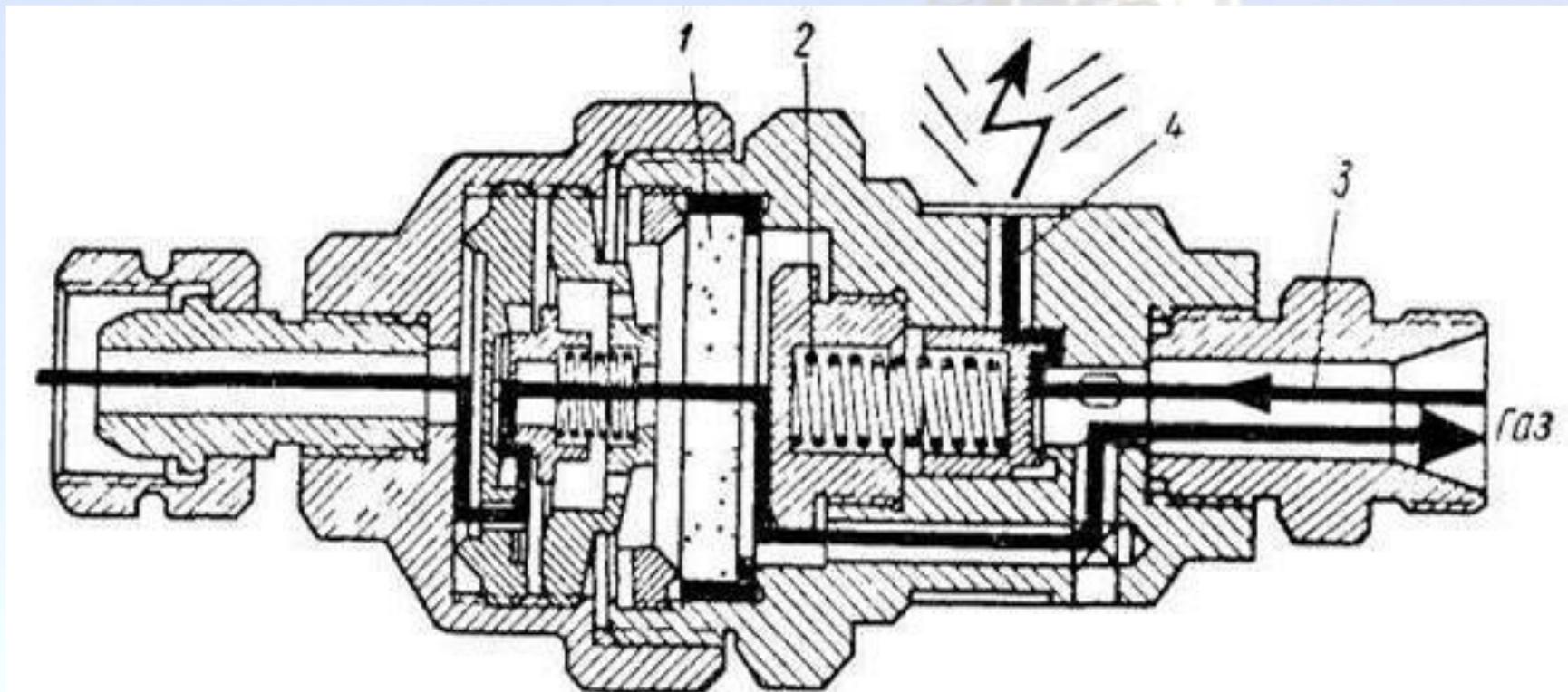


Рис. 3. Металлокерамический огнепреградитель с односторонним сбросом давления при обратном ударе:

1 - металлокерамическая насадка; 2 - пружина разгрузочного клапана; 3 - направление обратного удара взрывной волны; 4 - отверстие для сброса давления

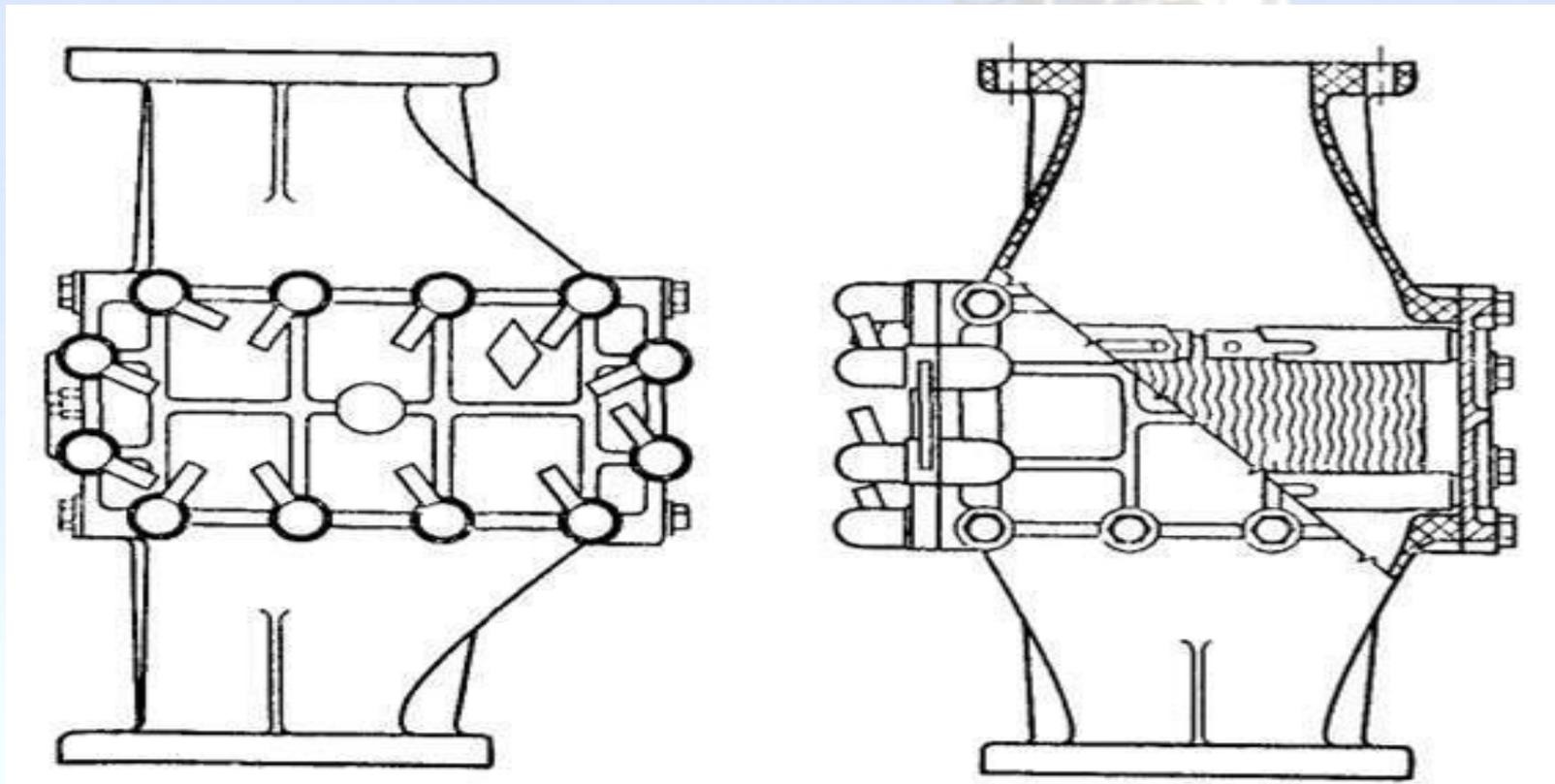


Рис. 4. Пластинчатый огнепреградитель

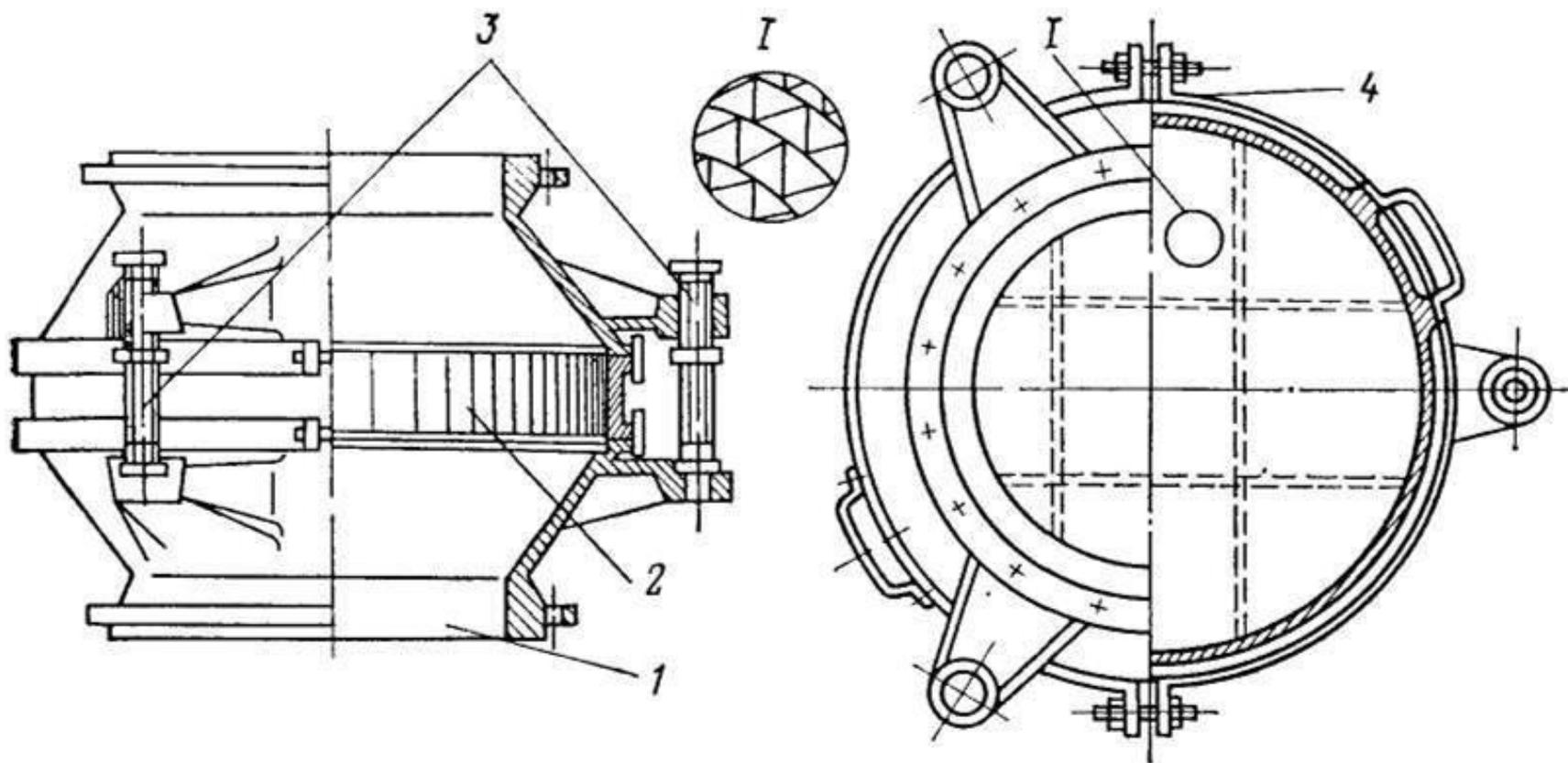


Рис. 5. Кассетный огнепреградитель типа ОП:

1 - корпус; 2 - кассета; 3 - домкраты; 4 – хомут

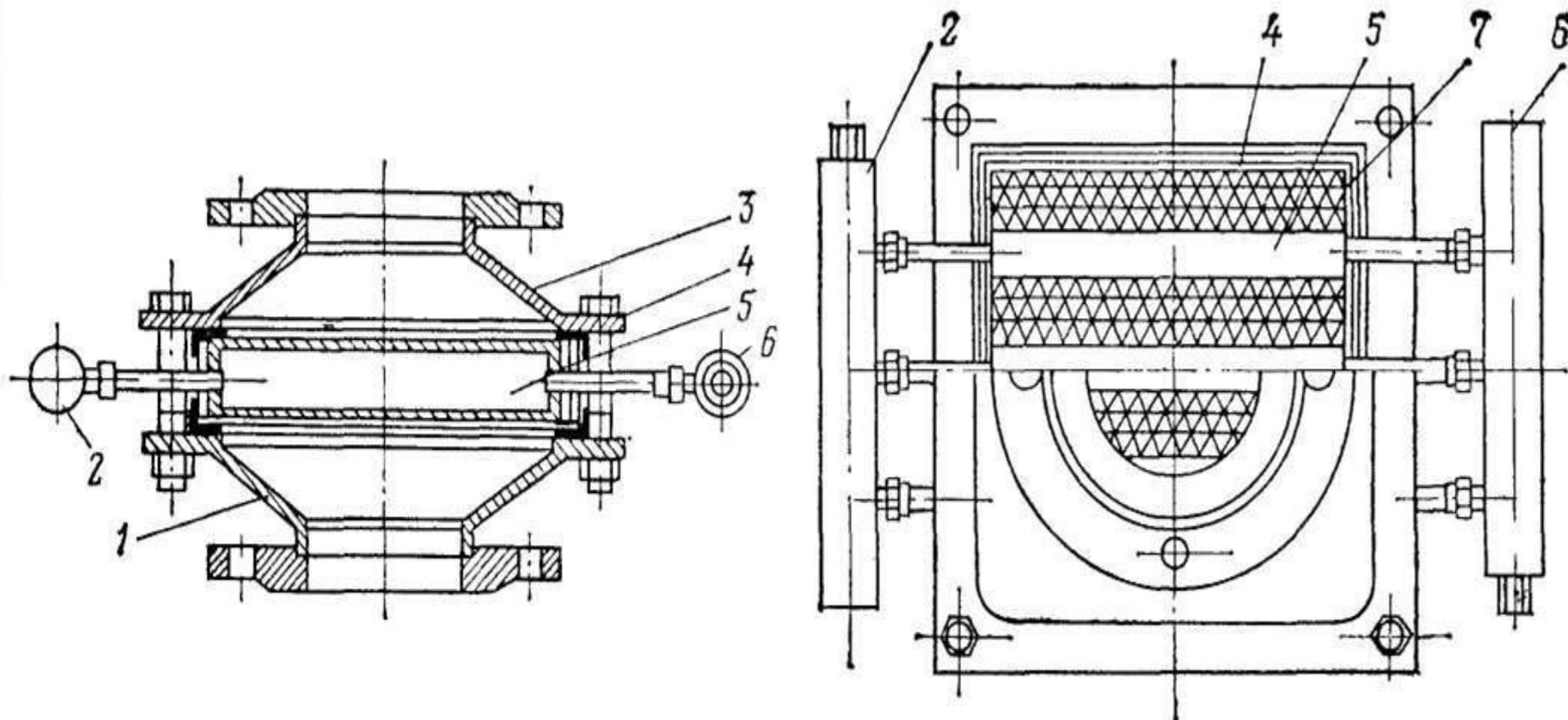


Рис. 7. Огнестойкий теплообменник типа ОТЭ с теплообменным элементом:

1,3 - соединительные патрубки; 2 - коллектор для ввода охлаждающей жидкости; 4 - корпус огнезащитного элемента; 5 - полый (теплообменный) вставной элемент; 6 - коллектор для вывода охлаждающей жидкости; 7 - огнезащитная секция



Академик Я.Б. Зельдович, используя метод теории подобия, установил, что на пределе гашения пламени достигается постоянство критерия Пекле:

$$Pe = \frac{U_n d_{кр}}{a}$$

где U_n - нормальная скорость распространения пламени;
 $d_{кр}$ - критический диаметр пламегасящих каналов;
 a - коэффициент температуропроводности исходной смеси.



Гашение пламени в канале, заполненном горючей смесью, происходит при некоторой мин. величине диаметра канала, определяемой химическим составом, температурой давлением смеси.

В связи с этим введено понятие **критический диаметр гашения пламени** $d_{кр}$ - характеристика горючей газо- или паровоздушной смеси при определенной температуре и давлении, представляет собой мин. диаметр канала, через который пламя еще может распространиться неограниченно.

Для того, чтобы огнепреградитель обеспечивал надежную локализацию пламени, диаметр его каналов необходимо принимать равным $0,5d_{кр}$. Критический диаметр определяется расчетом или опытным путем.



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



В соответствии с положениями НД основным расчётным параметром огнепреградителя является критический диаметр канала $d_{кр}$ пламегасящего элемента, при котором невозможно распространения пламени по горючей смеси.

Согласно теории распространения пламени распространение в исходную горючую смесь происходит вследствие того, что между пламенем и исходной смесью имеется градиент температуры и концентраций. Тепло из зоны реакции распространяется на свежую смесь и нагревает её. Начинается химическая реакция, которая перемещается в направлении исходной смеси. Отдача тепла из зоны реакции стенкам канала в охлаждающиеся продукты реакции являются процессами, тормозящими распространение пламени. Потери тепла в стенках канала вызывают понижение температуры горения и уменьшение



Принцип действия сухих огнепреградителей -

- в сухом огнепреградителе сплошной поток пламени на входе в огнегасящие каналы огнепреградителя разбивается на большое число тонких струек.
- в узких каналах пламегасящего элемента создаются условия, при которых теплоотвод к стенкам каналов превышает тепловыделение в зоне реакции горения.
- скорость реакции окисления резко падает, температура в зоне горения снижается до температуры ниже температуры зажигания и



$$d_{KP} = \frac{2 \cdot n \cdot a \cdot F}{U_H \cdot S}$$

где n – относительный температурный градиент;

a – коэффициент температуропроводности;

F – площадь поверхности теплообмена канала ($F = \pi d \cdot L$, т.к. $L \geq 4d$);

U_H – нормальная скорость распространения пламени

S - площадь поперечного сечения канала ($S = \pi d^2/4$)



$$d_{KP} = \frac{4 \cdot \lambda \cdot (T_3 - T_H)}{U_H \cdot [q_h - c_p \cdot \rho \cdot (T_G - T_3)]} \cdot \frac{F}{S}$$

- где λ - к-т теплопроводности горючей среды;
- T_3 - температура зажигания ГС;
- T_H – начальная температура ГС;
- F – площадь поверхности теплообмена канала ($F = \pi d \cdot 4d$, т.к. $L \geq 4d$);
- U_H – нормальная скорость распространения пламени ГС;
- q_h – низшая теплота сгорания ГС;
- c_p – удельная теплоёмкость ГС;
- ρ - плотность ГС;
- S - площадь поперечного сечения огнегасящего канала ($S = \pi d^2 / 4$)



Предварительно $d_{кр}$ вычисляют через критерий Пекле по формуле Зельдовича:

$$d_{кр} = \frac{P_e \cdot \lambda \cdot K \cdot T}{U_H \cdot C_p \cdot P \cdot M}$$

U_H - определяют экспериментально. В конкретных конструкциях огнепреградителей, огнегасящий канал берут в два раза меньше расчётного, вычисленного через критерий Пекле. Окончательно огнегасящий диаметр определяют экспериментально.



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств



Вопрос 3

Гидравлические и механические огнезадерживающие устройства



Жидкостные огнепреградители (гидрозатворы) -

защитные устройства, гашение пламени в которых происходит в момент барботажа газообразной смеси через слой жидкости. При этом, проходя через слой жидкости, продукты реакции интенсивно охлаждаются и горение прекращается.

Барботаж — процесс пропускания газа или пара через слой жидкости. Газ продавливается через слой жидкости с помощью труб с мелкими отверстиями (3–6 мм), называемых барботерами, ситчатых или колпачковых тарелок абсорберов и ректификационных колонн



Жидкостные огнепреградители
(гидравлические затворы) в зависимости от
рабочего давления газа:

- Открытые - пространство над поверхностью запирающей жидкости сообщается с атмосферой
- Закрытые предназначены для работы под избыточным давлением



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств

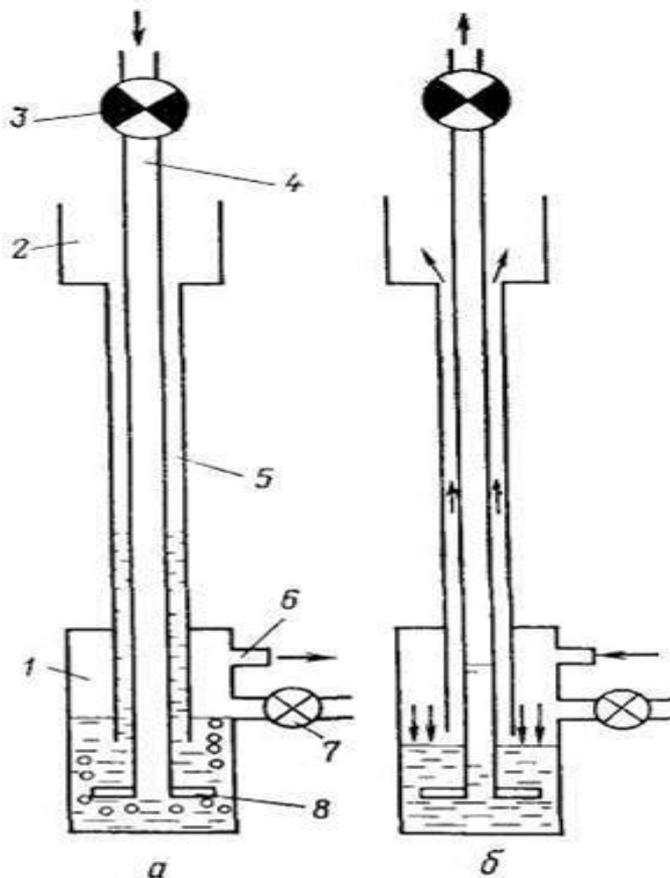


Рис. 9. Гидрозатвор открытого типа:

а - при нормальной работе; б - при воспламенении;

1 - корпус; 2 - воронка; 3 - вентиль; 4 - газоподводящая трубка;

5 - предохранительная трубка; 6 - ниппель; 7 - контрольный кран;

8 - рассекатель



Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств

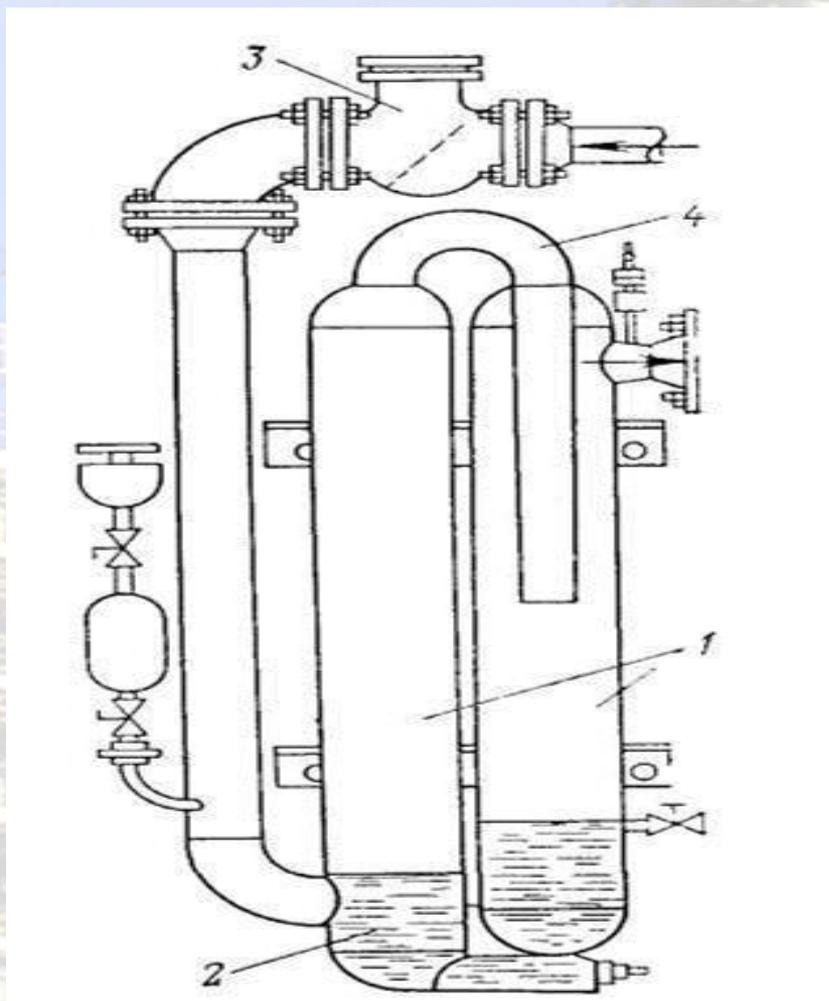


Рис.10. Гидрозатвор закрытого типа:
1 - емкости; 2 - запирающая жидкость; 3 – обратный клапан;
4 - соединительный трубопровод

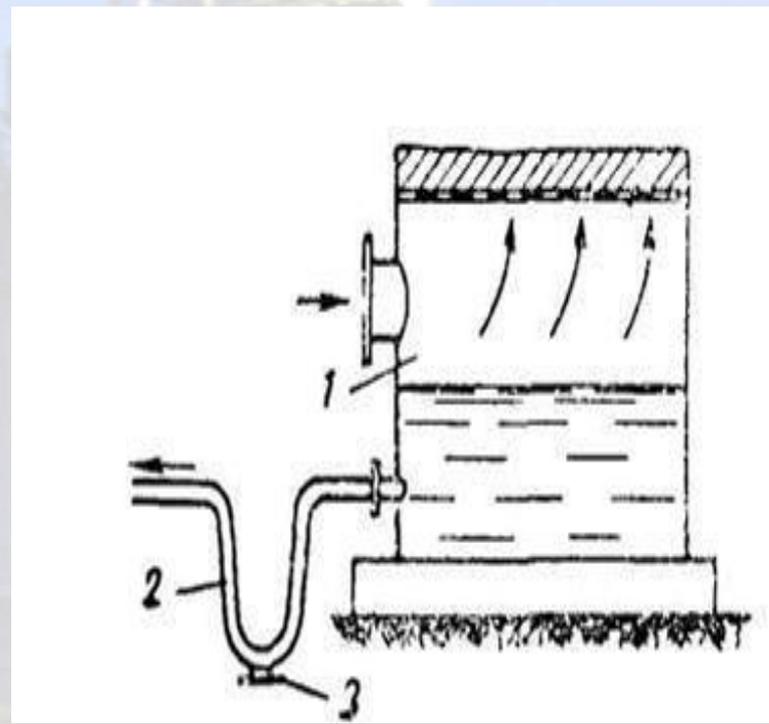
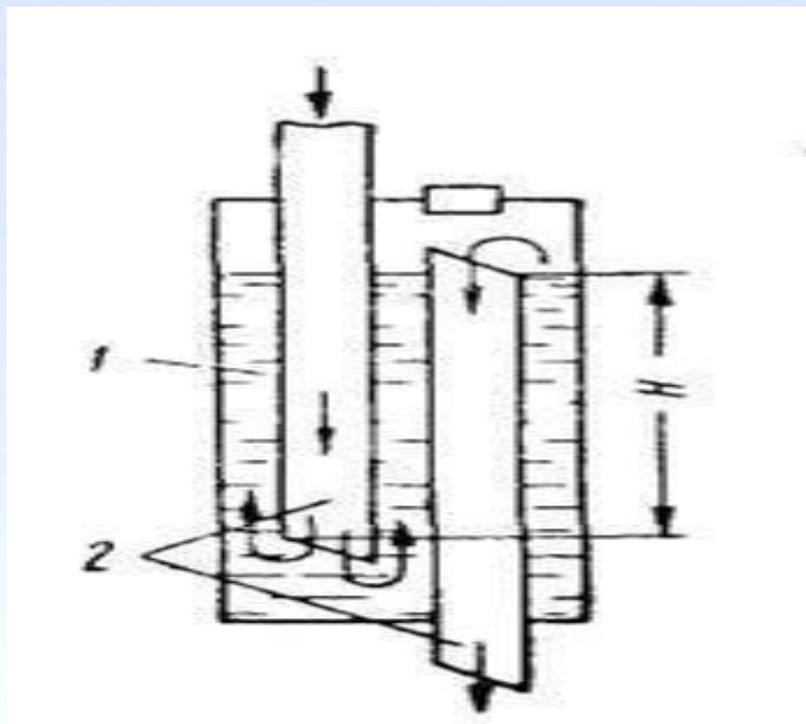


Рис. 11. Гидрозатвор в виде цилиндра с трубами:
1 - корпус, заполненный жидкостью; 2 - трубы;
H - высота гидравлического затвора

Рис. 12. Гидравлический затвор в виде U-образного колена на линии:
1 - аппарат; 2 - гидравлический затвор; 3 - пробка

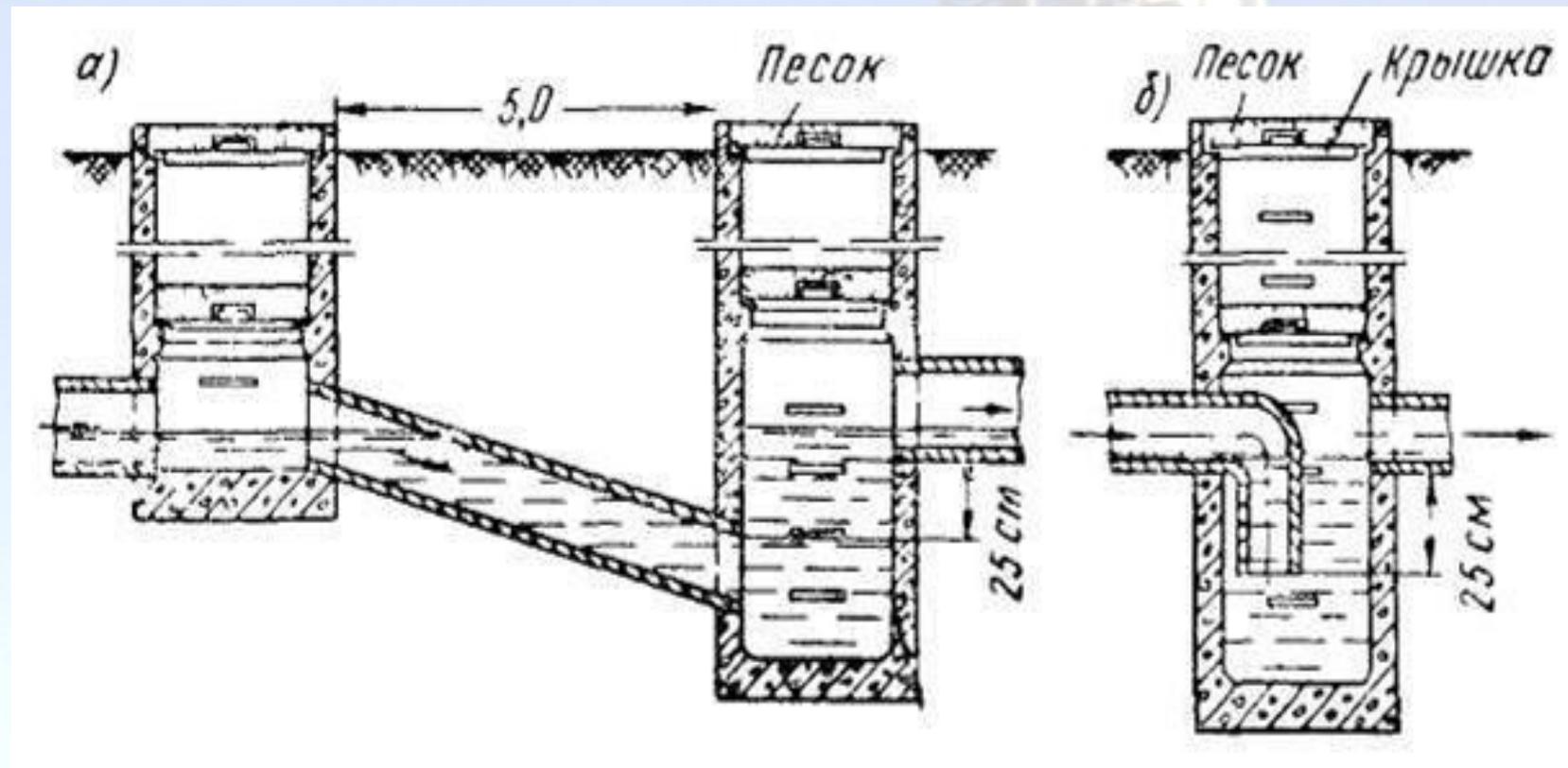


Рис. 13. Гидравлические затворы на линиях производственной канализации:

а - с двумя колодцами; б - с загнутой вниз трубой

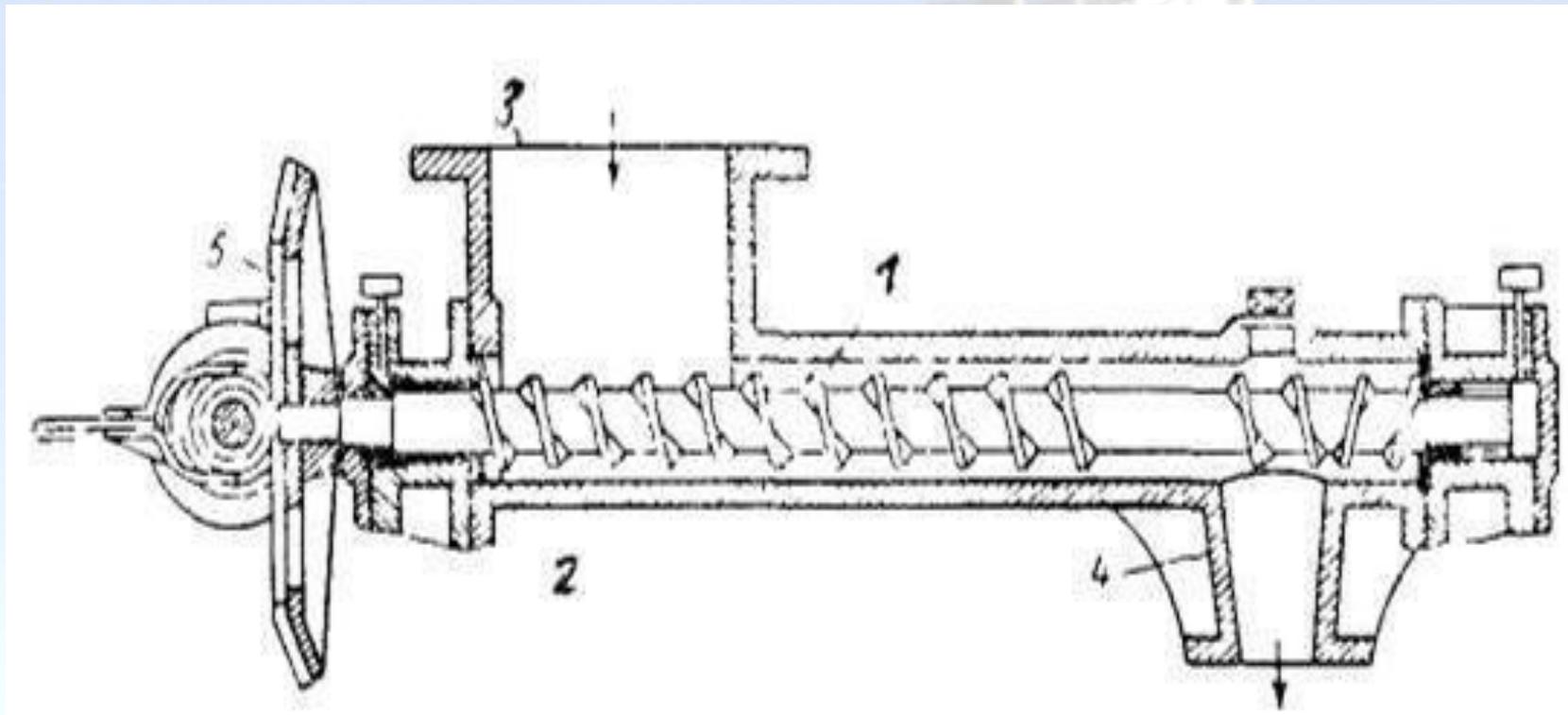


Рис.14. Шнековый затвор на линии транспортировки твердых измельченных материалов

1 - бесконечный винт; 2 - корпус; 3 - загрузочная воронка; 4 – патрубок для отводящей трубы; 5 - зубчатая передача.



- *В обобщённом виде огнепреградитель следует рассматривать как теплообменный или теплоемкообменный аппарат, с помощью которого проходящее через него пламя охлаждается до температуры ниже температуры зажигания контактирующих с ним горючих смесей.*
- *Огнепреградитель в своём объёме локализует горение, предотвращая распространение горения за пределы своего объёма.*
- *Огнепреградитель должен быть огнестойким, взрывостойким и оказывать небольшое гидравлическое сопротивление прохождению*