Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств

Тема № 4.1

«Причины повреждения технологического оборудования»

Учебные вопросы:

1. Классификация причин повреждения технологического оборудования.
2. Повреждения технологического оборудования, вызванные механическими, температурными и химическими воздействиями. Меры защиты.

Литература

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. 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.

2. Малинин В.Р., Хорошилов О.А. Методика анализа пожаровзрывоопасности технологий: Учебное пособие. — СПб.: Санкт-Петербургский университет МВД России, 2000. — 274 с.

3. Бесчастнов М.В. Взрывобезопасность и противоаварийная защита химико-технологических процессов.- М.: Химия, 1983. - 472 с.

Нормативные документы:

1. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 №123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”
2. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
3. ПБ-10-115-96. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
4. ПРАВИЛА противопожарного режима в Российской Федерации. УТВЕРЖДЕНЫ постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390.

Аварии являются следствием ошибок, допускаемых на стадиях:

- проектирования;
- изготовления, монтажа, строительства;
- эксплуатации (ремонт, обслуживание).

При оценке уровня пожарной опасности необходимо выяснить место, время, причины, виды, степень повреждения, масштаб и длительность аварии.

Актуальность изучения данной темы заключается в том, что есть случаи пожаров на промышленных объектах с технологическими установками, составной частью которых являются различные аппараты.

Причинами пожаров, как правило, являются возникновение аварийных ситуаций в связи с недостаточным знанием ответственными лицами особенностей пожарной опасности используемого технологического оборудования.

Вопрос 1. Классификация причин повреждения технологического оборудования.

Анализ повреждений технологического аппарата и связанных с этим аварийных ситуаций включает в себя следующие этапы:

- выделяются стадии и участки технологического процесса наиболее вероятные в отношении создания аварийной ситуации;
- составляется перечень опасных аппаратов;
- для каждого аппарата или узла составляется полный перечень вероятных повреждений;
- анализируется каждое предполагаемое повреждение, и выясняются причины повреждения, степень повреждения.

Основные причины повреждений технологического оборудования

- Механические воздействия
  - Повышенное или пониженное давлени
  - Воздействие динамических нагрузок
  - Эрозионный износ
- Температурные воздействия
  - Температурные напряжения
  - Высоких и низких температур
- Химические воздействия
  - Химическая коррозия
  - Электрохимическая коррозия

Вопрос 2. Повреждения технологического оборудования, вызванные механическими, температурными и химическими воздействиями. Меры защиты.

Повреждения технологического оборудования, вызванные механическими воздействиями. Меры защиты.

Нарушение режима подачи веществ в аппарат

Скачок сопротив-ления в отводя-щих линиях

Отказ работы дыхате-льных уст-ройств

Пере-полне-ние аппа-ратов

Нару-шение режима обогре-ва или охлаж-дения

нештатная скорость экзо-и эндотер-мических процес-сов

Нару-шение матери-ального баланса

Внеш-ние источ-ники теп-лоты

Нарушение материального баланса

Нарушение процесса конденсации паров

Нарушение теплового баланса

Образование повышенного или пониженного давления

Соединение аппаратов с разным рабочим давлением

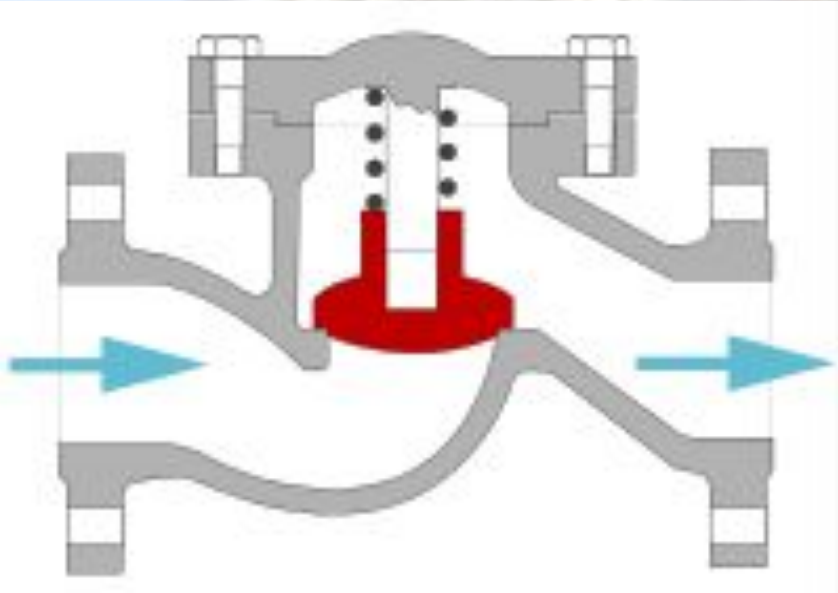
Попадание в объем легкокипящих жидкостей

Вибра-
ция
приво-
дов
машин
Аппарат
ы
с
подвиж-
ными
узлами
Слабое
креплени
е
узлов
оборудо-
вания
Вет-
ровы
е
нагру
-
зки
Внезапное
закрывание
или
открывание
запорной
арматуры
Внезапно
е
изменени
е
направле-
ния
потока
Попадани
е
в
цилиндр
ы
компрес-
соров
жидкости
Вибрация
оборудования
Гидравлические
удары
Воздействие
динамических нагрузок
Резкие изменения
давления в
трубопроводах
Внешние
механические
удары
При пуске
и остановке
аппаратов
Нештатное
давление
и температура
Неосторожная работа
цехового
транспорта
Падающий
инструмент

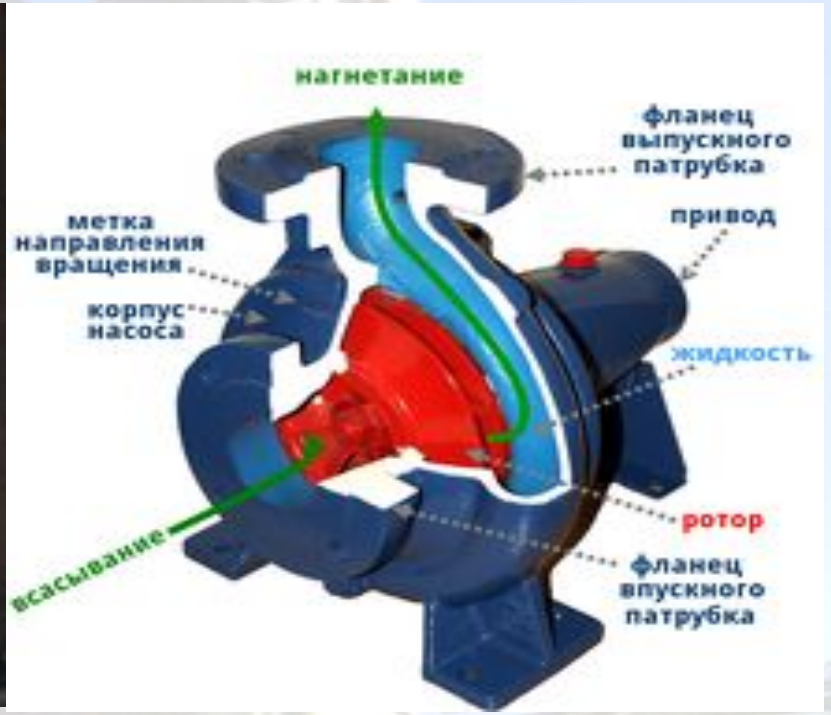
Защита оборудования от динамических воздействий

Применение центробежных насосов вместо поршневых Крепление на массивных фундаментах	Плавный рост давления при пуске и остановке аппарата	Установка обратных клапанов на коммуни-кациях	Установка предо храннит-х клапанов на коммуни-кациях	Применение переливных и байпасных линий

Обратный клапан — вид защитной трубопроводной арматуры, предназначенный для недопущения изменения направления потока среды в технологической системе.
Обратные клапаны пропускают среду в одном направлении и предотвращают её движение в противоположном, действуя при этом автоматически



Центробежный насос — насос, в котором движение жидкости и необходимый напор создаются за счёт центробежной силы, возникающей при воздействии лопастей рабочего колеса на жидкость.

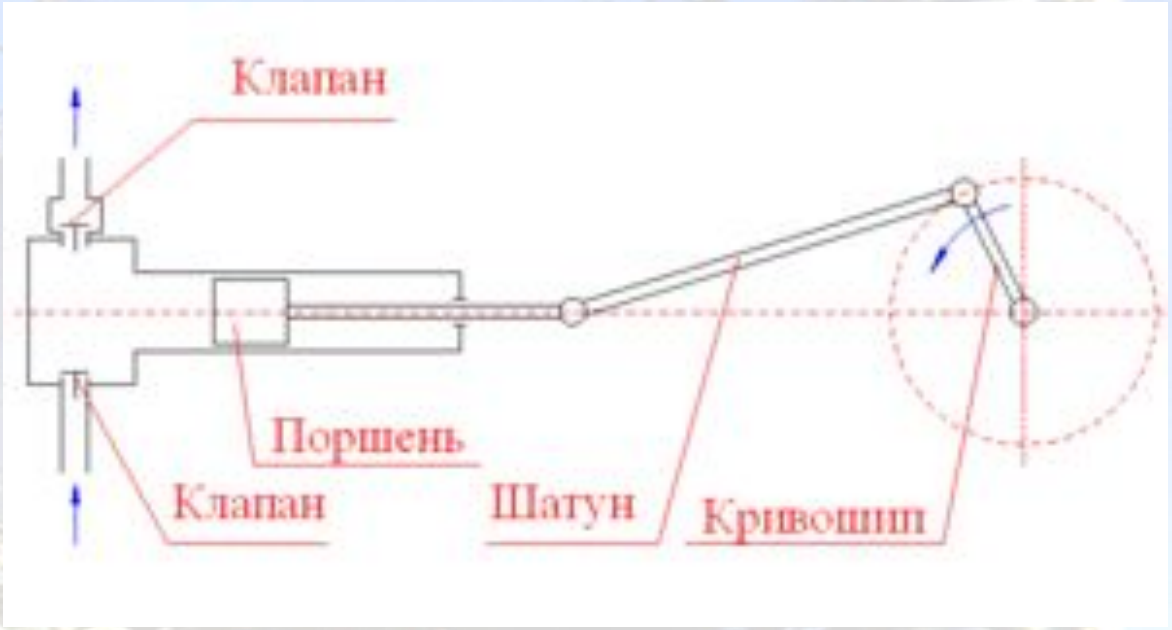


Внутри корпуса насоса спиральной формы, на валу жестко закреплено рабочее колесо. Оно состоит из заднего и переднего дисков, между которыми установлены лопасти, отогнутые от радиального направления в противоположную сторону, направления вращения рабочего колеса. С помощью патрубков корпус насоса соединяется с всасывающим и напорным трубопроводами.

Если корпус насоса полностью наполнен жидкостью из всасывающего трубопровода, то при придании вращения рабочему колесу (например, при помощи электродвигателя) жидкость, которая находится в каналах рабочего колеса (между его лопастями), под действием центробежной силы будет отбрасываться от центра колеса к периферии. Это приведёт к тому, что в центральной части колеса создастся разрежение, а на периферии повысится давление. А если повышается давление, то жидкость из насоса начнёт поступать в напорный трубопровод. Вследствие этого внутри корпуса насоса образуется разрежение, под действием которого жидкость одновременно начнёт поступать в насос из всасывающего трубопровода.

Таким образом, происходит непрерывная подача жидкости центробежным насосом из всасывающего в напорный трубопровод.

Поршневой насос (плунжерный насос) — один из видов объёмных гидромашин, в котором вытеснителями являются один или несколько поршней (плунжеров), совершающих возвратно-поступательное движение



Принцип работы поршневого насоса:
при движении поршня вправо в рабочей камере насоса создаётся разрежение, нижний клапан открыт, а верхний клапан закрыт, — происходит всасывание жидкости. При движении в обратном направлении в рабочей камере создаётся избыточное давление, и уже открыт верхний клапан, а нижний закрыт, — происходит нагнетание жидкости.

Байпас это обводная линия во многих отраслях, предназначена для создания обходного пути для движения чего либо (газ, вода, электричество) на время обслуживания, ремонта или ненужности основного пути (насос, радиатор отопления, источник бесперебойного питания)

Эрозия - механический износ материала стенок аппаратов и трубопроводов, вызванный воздействием движущейся среды. Эрозия технологического оборудования происходит при обтекании его внутренних поверхностей потоком твердых, жидких или газообразных частиц. Частицы вещества, ударяясь о материал стенки, разрушают ее поверхностный слой, что в свою очередь приводит к уменьшению толщины стенки, образованию каверн, кратеров, бороздок и т.п.

В результате такого износа в стенках аппаратов и трубопроводов могут возникнуть внутренние напряжения, которые даже при нормальных рабочих нагрузках могут привести к локальным повреждениям.

Особенно интенсивно процессы эрозии протекают в местах изменения направления движения потока.

Основные виды эрозии, способствующие повреждению технологического оборудования:

газовая эрозия - металл разрушается под действием быстродвижущейся или ударяющейся о преграду струи газов;

абразивная – под действием находящихся в потоке жидкости или газа взвешенных твердых частиц;

кавитационная – под действием парогазовых пузырьков,

электрическая – под действием электрических искр;

ультразвуковая – под действием звуковых колебаний.

ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ЭРОЗИОННОГО ИЗНОСА

Выбор материала с надежной защитой от данного вида эрозии

Химико-термическая обработка поверхностей оборудования

Обеспечение плавных поворотов в аппаратах и трубопроводах

Способы защиты оборудования от эрозии

Применение отражателей и рассекателей

Очистка веществ от твердых примесей

Минимизация кавитации в гидравлических машинах

Контроль за толщиной стенок аппаратов и трубопроводов

Большой Энциклопедический словарь – «КАВИТАЦИЯ» - (от лат. cavitas - пустота), образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных газом, паром или их смесью. Кавитация возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении ее скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны большой интенсивности во время полупериода разрежения (акустическая кавитация). Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением или во время полупериода сжатия, кавитационный пузырек захлопывается, излучая при этом ударную волну.

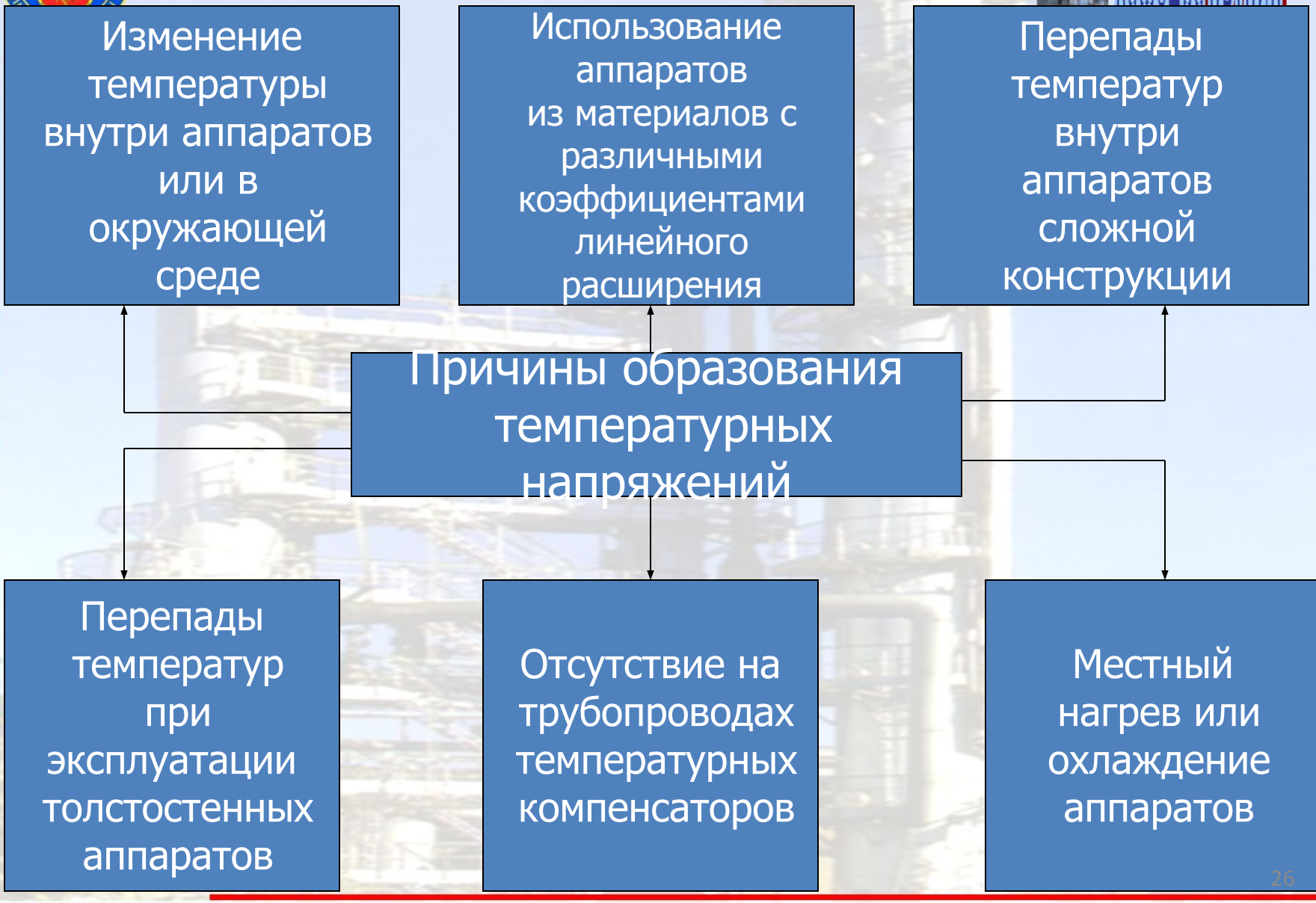
Сов. толковый словарь русского языка Т.Ф.Ефремовой – **«КАВИТАЦИЯ»** - образование в быстро движущейся жидкости пузырьков, заполненных газом, паром или их смесью, ведущее к разъеданию металлических частей судовых гребных винтов, водяных турбин и т.п.

Для снижения вредного воздействия различных видов эрозии на технологическое оборудование, необходимо предусматривать следующие мероприятия и технические решения:

- подбирать устойчивый к данному виду эрозии материал стенок аппаратов и трубопроводов. Наиболее стойкими по отношению к эрозии являются молибденовые стали;
- производить химико-термическую обработку материалов для уменьшения шероховатости поверхности, повышения поверхностной твердости и износоустойчивости;
- предусматривать плавные повороты и переходы для снижения турбулентности потоков;
- применять в конструкциях аппаратов отражатели и рассекатели компактных струй для исключения прямых ударов последних о стенки технологического оборудования;
- производить предварительную очистку веществ от твердых примесей перед подачей в аппараты;
- не допускать работу гидравлических машин в режиме кавитации;
- осуществлять систематический контроль за толщиной стенок не допуская ее уменьшения ниже предельно допустимых значений.

Повреждения технологического оборудования, вызванные температурными воздействиями. Меры защиты.

ПРИЧИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ



ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

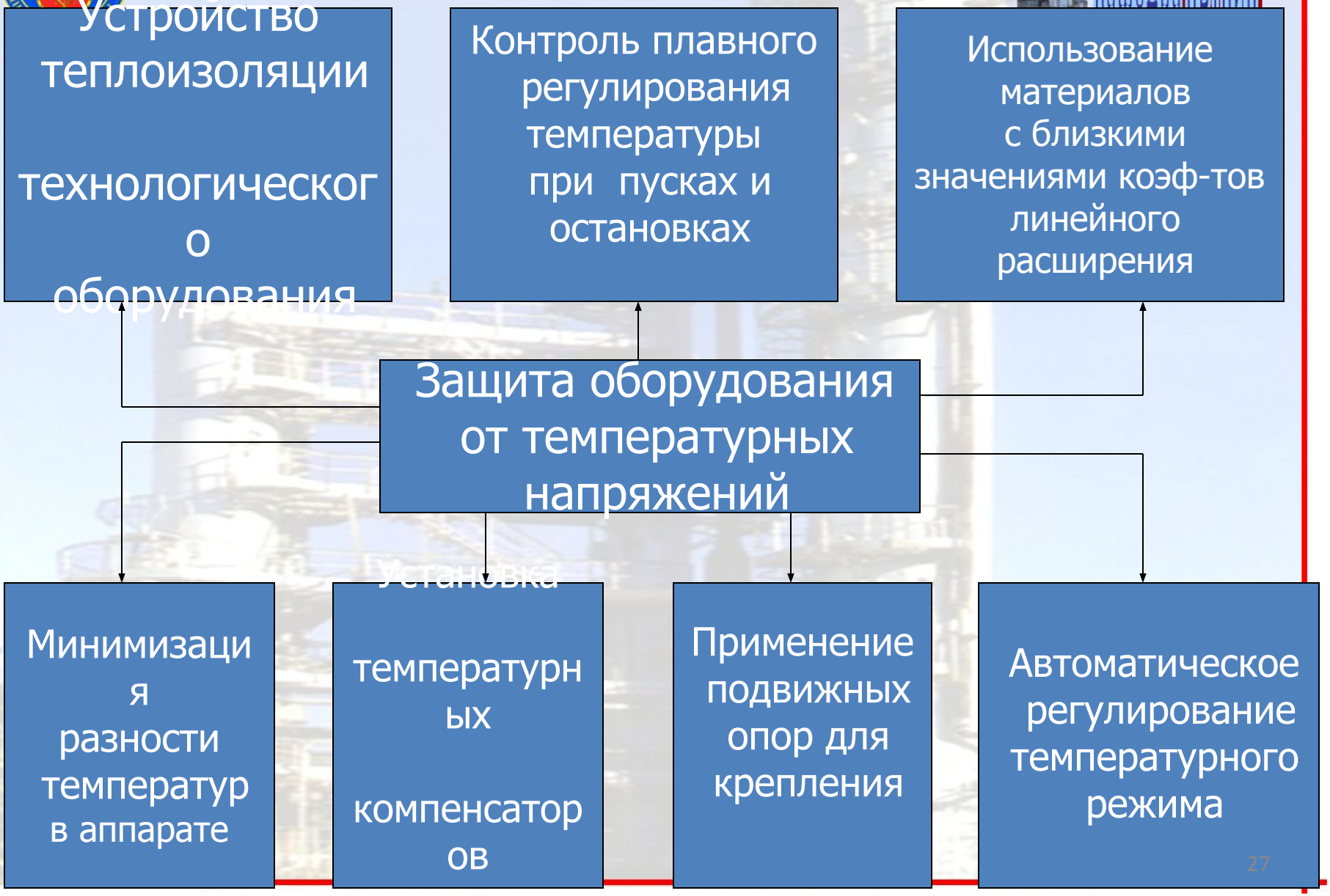
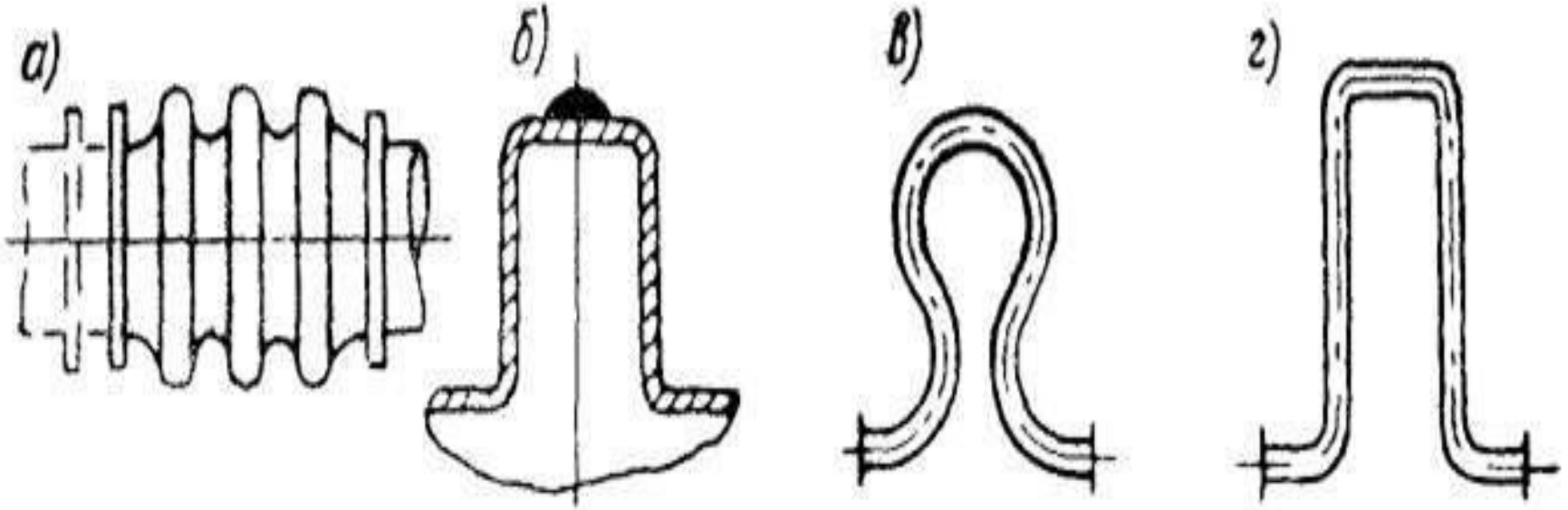


СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ



а - линзовый компенсатор; б - разрез одной линзы; в - лирообразный компенсатор;
г – П-образный компенсатор

сильфонный компенсатор

линзовый компенсатор

ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ОПАСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

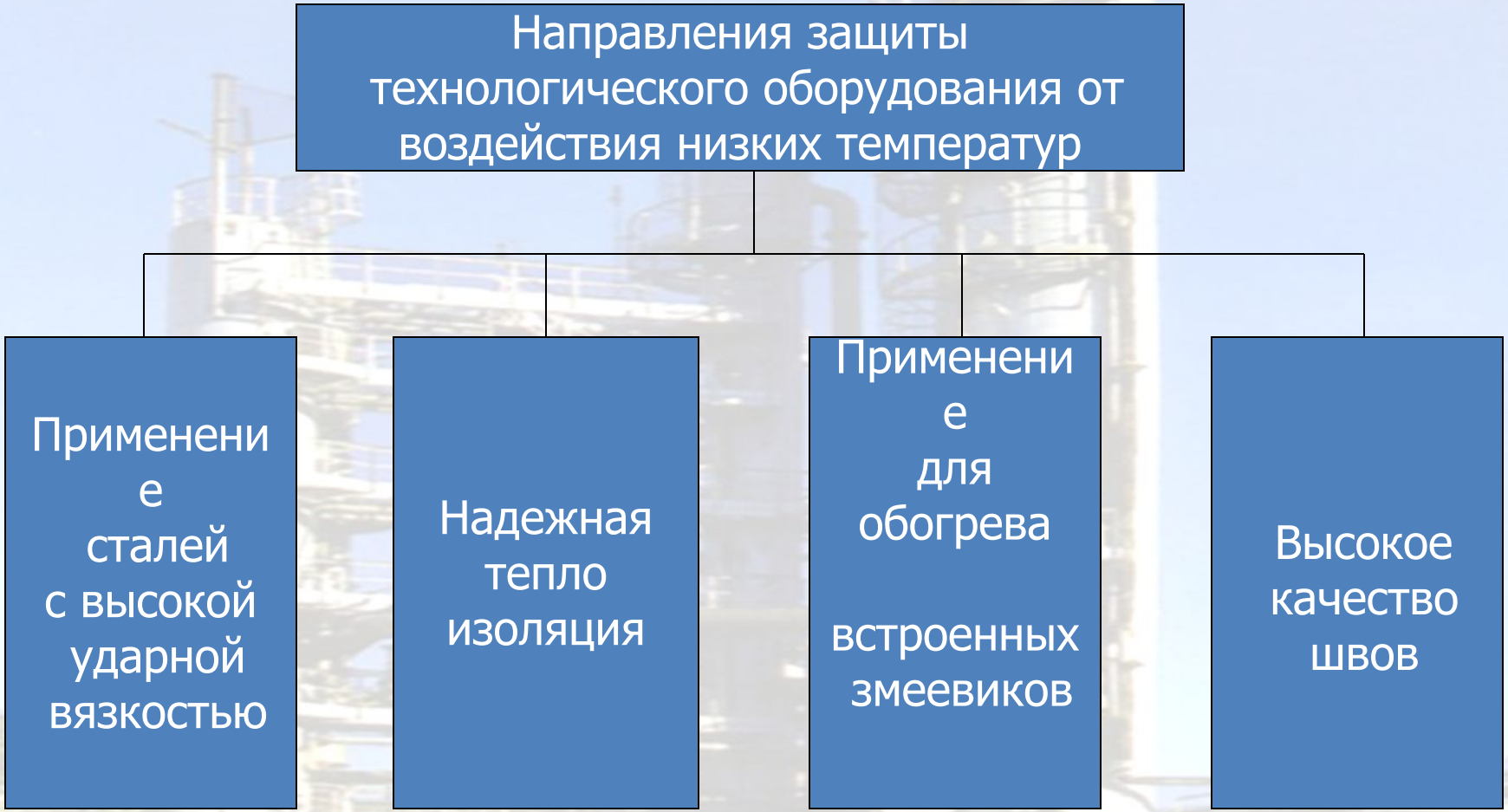
Основные направления защиты оборудования от воздействия высоких температур

- выбор марки материала при конст-руировании
- огнеупорная футеровка стенок аппаратов с высокой темпера-турой
- автома-тический контроль и регулирование температурного режима
- минимизация отложений на теплооб-менных поверхностях
- защита от внешних источников теплоты

Футеровка (нем. Futter — подкладка, подбой) — специальная отделка для обеспечения защиты поверхностей от возможных механических или физических повреждений.

используется для защиты оборудования, связанного с перегрузкой и перевозкой различных материалов, от ударных, истирающих и налипающих воздействий, а также для усиления огнестойкости материалов, из которых изготавливают доменные печи

ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР



ЗАЩИТА ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ХИМИЧЕСКОЙ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ

Способы защиты технологического оборудования от химической и электрохимической коррозии

- Применение коррозионно-устойчивых материалов
- Минимизация коррозионного влияния окружающей среды
- Изоляция металла от агрессивной среды защитными покрытиями
- Применение установок катодной защиты
- Применение протекторной защиты

Повреждения технологического оборудования, вызванные химическими воздействиями. Меры защиты.

Коррозия - процесс разрушения материала стенок аппаратов и трубопроводов, происходящий в результате взаимодействия с соприкасающейся с ним средой.

Различают коррозию химическую и электрохимическую.

Химический износ - уменьшение толщины или прочности стенок технологического оборудования в результате химического взаимодействия материала с обращающимися веществами или с внешней средой.

Химическая коррозия – это окислительно-восстановительный химический процесс, протекающий в среде жидких диэлектриков или газов, нагретых до высоких температур (от 200 °С и выше).

К жидким диэлектрикам (неэлектролитам) можно отнести многие органические (мазут, бензин, бензол, толуол, керосин) и неорганические (жидкий фтористый водород, жидкий бром, расплавленная сера) жидкости, которые не обладают электропроводимостью и, следовательно, исключают условия для протекания электрохимических реакций.

Различают

Кислородную $4Fe + 3O_2 \longrightarrow 2Fe_2O_3$

Водородную $Fe_3C + 2H_2 \longrightarrow CH_4 + 3Fe$

Сероводородную $H_2S \longrightarrow H_2 + S$ (термическая диссоциация);

$2H_2S + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2S$ (окисление);

$Fe + S \longrightarrow FeS$ (коррозия).

При ***кислородной коррозии*** металл взаимодействует с кислородом воздуха с образованием окислов (окалины). Окалина не обладает механической прочностью и под воздействием турбулентно движущейся среды легко отслаивается от металла и уносится материальными потоками. При этом обнажаются все новые слои металла, и процесс коррозионного разрушения ускоряется. Интенсивность кислородной коррозии увеличивается с повышением температуры и концентрации кислорода.

Водородная коррозия происходит при высоких давлениях и температурах и связана с проникновением водорода в толщу металлов. Процесс сопровождается разрушением структуры зерен металла и образованием микротрещин. В образовавшиеся трещины проникает мо лекулярный водород, вызывающий продолжение и ускорение процесса коррозии. Наиболее часто повреждения технологического оборудования в результате водородной коррозии происходят при производстве нефтепродуктов и аммиака.

Серная и ***сероводородная коррозия*** наблюдаются при переработке неочищенного сырья на установках нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической, газовой и других отраслях промышленности. Коррозионными компонентами в сырье являются сера и сернистые соединения. В аппаратах, работающих при температуре более 300 °С, может происходить диссоциация сероводорода с образованием элементарной серы, которая и взаимодействует с металлом.

Электрохимическая коррозия - процесс рас творения металлов в электролитах в результате действия образующихся гальванических пар. Металлы высокой степени чистоты не подвержены электрохимической коррозии.

Если металл является неоднородным, то отдельные его участки обладают различной химической активностью и способностью к растворению. Чем левее расположен металл в ряду напряженности, тем он легче растворяется. Контакт металла с электролитом вызывает появление микрогальванических пар, в результате действия которых возникает электрический ток и металл переходит в раствор.

Электрохимической коррозии подвергаются конструктивные элементы аппаратов, в которых обращаются вода, водяной пар, водные растворы химических веществ, влажный воздух, холодильные рассолы, расплавленные соли и другие вещества. Снаружи аппараты подвергаются электрохимической коррозии под действием влажного атмосферного воздуха, осадков и почвы (грунта).

Кафедра пожарной безопасности
технологических процессов и производств