

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Кафедра «Автотранспортная и техносферная безопасность»

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Составитель:

Г.В. Орлов

Владимир 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.
2. ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.
3. ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ АППАРАТОВ С ЛВЖ И ГЖ. МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.
4. ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ АППАРАТОВ С ГОРЮЧИМИ ГАЗАМИ. МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
5. ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ АППАРАТОВ С ГОРЮЧИМИ ПЫЛЯМИ. МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.
6. ПЕРИОДЫ ОСТАНОВКИ И ПУСКА АППАРАТОВ.
7. ОТКРЫТЫЕ АППАРАТЫ С ПОЖАРООПАСНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ.
8. ИСПАРЕНИЕ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В НЕПОДВИЖНУЮ СРЕДУ
9. ИСПАРЕНИЕ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В ДВИЖУЩУЮСЯ СРЕДУ (КОНВЕКТИВНАЯ ДИФFUЗИЯ)
10. «ДЫШАЩИЕ» АППАРАТЫ С ПОЖАРООПАСНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ.
11. ХРАНЕНИЕ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ В ЕМКОСТЯХ К РЕЗЕРВУАРАХ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ.
12. ВЗРЫВОПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ АППАРАТОВ, ПЕРИОДИЧЕСКИ ОТКРЫВАЕМЫХ ДЛЯ ЗАГРУЗКИ И ВЫГРУЗКИ ПРОДУКЦИИ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
13. АППАРАТЫ ГЕРМЕТИЧНО ЗАКРЫТЫЕ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ
14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫХОДЯЩИХ НАРУЖУ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ ПОВРЕЖДЕНИИ И ПОЛНОМ РАЗРУШЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ГОРЮЧИМИ ГАЗАМИ, ЖИДКОСТЯМИ И ПЫЛЕВИДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ
15. СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА.
16. ЗАЩИТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОММУНИКАЦИЙ
17. ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.
18. ПОВРЕЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
19. МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЕРЕПОЛНЕНИЯ АППАРАТОВ
20. ЭРОЗИЯ МАТЕРИАЛА АППАРАТА
21. ПОВРЕЖДЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
22. ПОВРЕЖДЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ХИМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ
23. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМЫ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ.
24. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ.
25. ТЕПЛОВОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ КАК ИСТОЧНИК ЗАЖИГАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ. ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.
26. ТЕПЛОВОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ КАК ИСТОЧНИК ЗАЖИГАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ. ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.
27. ТЕПЛОВОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ КАК ИСТОЧНИК ЗАЖИГАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ. ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.
28. СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА.

29. РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА.
 30. РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ АППАРАТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА.
 31. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕГРУЗКИ ГОРЮЧИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И СКЛАДОВ.
 32. УМЕНЬШЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА СГОРАЕМЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.
 33. ЗАМЕНА ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ НЕГОРЮЧИМИ.
- СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СОДЕРЖАНИЕ МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.

Пожарная безопасность промышленных и сельскохозяйственных предприятий в соответствии с ГОСТ 12.1.004-85 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, а также организационно-техническими мероприятиями. Разработка таких систем осуществляется исходя из анализа пожарной опасности и защиты технологических процессов. Метод анализа пожарной опасности и защиты технологических процессов производств основан на выявлении в производственных условиях причин возникновения горючей среды, источников зажигания и путей распространения огня, без знания которых невозможно провести пожарно-техническую экспертизу проектных материалов, проверку противопожарного состояния объектов, исследование происшедших пожаров и загораний, других видов работ государственного пожарного надзора.

Прежде чем перейти к рассмотрению непосредственно анализа, рассмотрим ряд основных понятий и определений.

Авария: Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемый взрыв и (или) выброс опасных веществ.

Крупная авария: Авария, при которой гибнет не менее десяти человек.

Проектная авария: Авария, для которой обеспечение заданного уровня безопасности гарантируется предусмотренными в проекте промышленного предприятия системами обеспечения безопасности.

Максимальная проектная авария: Проектная авария с наиболее тяжелыми последствиями.

Безопасность: Состояние защищенности прав граждан, природных объектов, окружающей среды и материальных ценностей от последствий несчастных случаев, аварий и катастроф на промышленных объектах.

Пожарная безопасность: Состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Горючая нагрузка: Горючие вещества и материалы, расположенные в помещении или на открытых площадках.

Огненный шар: Крупномасштабное диффузионное пламя сгорающей массы топлива или парового облака, поднимающееся над поверхностью земли.

Опасность: Потенциальная возможность возникновения процессов или явлений, способных вызвать поражение людей, нанести материальный ущерб и разрушительно воздействовать на окружающую атмосферу.

Анализ опасности: Выявление нежелательных событий, влекущих за собой реализацию опасности, анализ механизма возникновения таких событий и масштаба их величины, способного оказать поражающее действие.

Опасный параметр: Параметр, который при достижении критических значений способен создавать опасность для рассматриваемого рода деятельности.

Оценка риска: Расчет значений индивидуального и социального риска для рассматриваемого предприятия и сравнение его с нормативными значениями.

Индивидуальный риск: Вероятность (частота) возникновения опасных факторов пожара и взрыва, возникающая при аварии в определенной точке пространства. Характеризует распределение риска.

Социальный риск: Зависимость вероятности (частоты) возникновения событий, состоящих в поражении определенного числа людей, подвергшихся поражающим воздействиям пожара и взрыва, от числа этих людей. Характеризует масштаб пожаровзрывоопасности.

Пожар: неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Размер зоны: Протяженность ограниченной каким-либо образом части пространства.

Пороговое количество вещества: Минимальное количество одновременно находящегося в производстве вещества, которое определяет границу между технологическими процессами и технологическими процессами повышенной пожарной опасности.

Технологический процесс: Часть производственного процесса, связанная с действиями, направленными на изменение свойств и (или) состояния обращающихся в процессе веществ и изделий.

Время срабатывания и время отключения: Промежуток времени от начала возможного поступления горючего вещества из трубопровода (перфорация, разрыв, изменение номинального давления и т.п.) до полного прекращения поступления газа или жидкости в помещение.

Разгерметизация: Наиболее распространенный способ пожаровзрывозащиты замкнутого оборудования и помещений, заключающийся в оснащении их предохранительными мембранами и (или) другими разгерметизирующими устройствами с такой площадью сбросного сечения, которая достаточна для предотвращения разрушения оборудования или помещения от роста избыточного давления при сгорании горючих смесей.

Огнестойкость технологического оборудования: Промежуток времени, в течение которого воздействие стандартного очага пожара не приводит к потере функциональных свойств оборудования.

Ввод в эксплуатацию промышленного объекта допускается при условии выполнения требований пожарной безопасности, предусмотренных проектом и, отвечающих действующим нормам и правилам пожарной безопасности.

Проектированию технологического процесса должен предшествовать анализ его пожарной опасности.

Анализ пожарной опасности технологических процессов должен включать:

- определение пожарной опасности используемых в технологическом процессе веществ и материалов;
- изучение технологического процесса с целью определения оборудования, участков или мест, где сосредоточены горючие материалы или возможно образование пыле- и парогазовоздушных горючих смесей;
- определение возможности образования горючей среды внутри помещений, аппаратов и трубопроводов;
- определение возможности образования в горючей среде источников зажигания;
- исследование различных вариантов аварий, путей распространения пожара и выбор проектной аварии;
- расчет категории помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности;
- определение состава систем предотвращения пожара и противопожарной защиты технологических процессов;
- разработку мероприятий по повышению пожарной безопасности технологических процессов и отдельных его участков.

2. ПОКАЗАТЕЛИ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.

Необходимые данные по веществам, обращающимся на производстве можно определить:

1. Путём опроса технологов цеха (объекта);
2. По технологическому регламенту;
3. По пояснительной записке технологической части проекта;
4. По справочным нормативным источникам;
5. Опытным путём согласно ГОСТ 12.1.044-89;

6. Путём расчёта.

Свойства (номенклатура показателей) и их применяемость для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов в зависимости от их агрегатного состояния приведены в табл. 1 (ГОСТ 12.1.044-89). Число показателей (свойств), необходимых и достаточных для характеристики пожаровзрывоопасности веществ и материалов в условиях производства, переработки, транспортирования и хранения определяет разработчик системы обеспечения пожаровзрывобезопасности объекта или разработчик стандарта и технических условий на вещество (материал).

Для ориентировочной оценки горючести вещества можно воспользоваться методом Элея, формула которого имеет вид:

$$K = 4C + 1H + 4S - 1N - 2O - 2Cl - 3F - 5Br$$

где: K - показатель горючести вещества;

C, H, S и т.д. – количество атомов углерода, водорода, серы и др. элементов, входящих в состав молекулы вещества.

Если:

$K \leq 0$ – вещество не горит;

$0 < K < 2,1$ – вещество трудновоспламеняемое;

$K \geq 2,1$ – вещество горючее.

Определив показатель горючести вещества можно вычислить его нижний концентрационный предел воспламенения $\varphi_{нпв}$, % об., по формуле:

$$\varphi_{нпв} = \frac{44}{K}$$

Температура вспышки горючей жидкости $t_{всп}$, °С, можно определить по формуле:

$$t_{всп} = t_{кип} - 18\sqrt{K}$$

где: $t_{кип}$ – температура кипения жидкости, °С.

Значения концентрационных пределов, приведенные к 25 °С при атмосферном давлении можно определить по справочным данным.

Определить значения величин φ_n и φ_v при температуре среды отличной от 25 °С, можно по формулам

$$\varphi_n = \varphi_{n_{25}} \left(1 - \frac{t_p - 25}{1250} \right)$$

$$\varphi_v = \varphi_{v_{25}} \left(1 + \frac{t_p - 25}{800} \right)$$

t_p -температура среды в аппарате, °С.

3. ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ АППАРАТОВ С ЛВЖ И ГЖ. МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Аппараты, резервуары и емкости с горючими жидкостями обычно не бывают заполнены до предела, т. е. имеют определенный свободный объем. Так как жидкости обладают свойством испаряться при любой температуре, то свободное пространство закрытых аппаратов постепенно насыщается парами. При наличии в этом пространстве воздуха (или другого окислителя) пары жидкости, смешиваясь с ним, могут образовать горючие смеси.

Концентрация в паровоздушном пространстве аппаратов с горючими однородными и неоднородными жидкостями близка к концентрации насыщенного пара.

Концентрация насыщенного пара при рабочей температуре жидкости φ_s определяется величиной давления насыщенного пара P_s и общего давления $P_{общ}$ в объеме паровоздушного пространства аппарата по формуле:

$$\varphi_s = \frac{P_s}{P_p}, \quad (6)$$

Величину P_s можно определить по уравнению Антуана:

$$P_s = 10^3 \cdot 10^{\left(\frac{A-B}{t_p+C_A}\right)}, \quad (7)$$

где A , B и C_A - константы, зависящие от свойств жидкости;

P_p - рабочее давление паровоздушной смеси в аппарате (абсолютное давление в герметичном аппарате или барометрическое давление $P_{бар}$ в «дышащем» аппарате), Па.

Следовательно, концентрация насыщенных паров является функцией температуры $\varphi_s=f(T)$, но не при любой температуре жидкости смесь ее паров с воздухом способна к воспламенению.

В некоторых случаях температура жидкости будет слишком мала для того, чтобы возникла пожароопасная концентрация паров, т. е. концентрация паровоздушной смеси в аппарате будет ниже нижнего предела воспламенения. В других случаях температура жидкости настолько повысится, что концентрация паровоздушной смеси в аппарате будет слишком богатой, т. е. выше верхнего предела воспламенения.

Отсюда вытекает, что обязательными условиями для образования взрывоопасных (горючих) концентраций паров в закрытых аппаратах и емкостях с жидкостями являются:

- а) наличие паровоздушного пространства в аппарате;
- б) наличие в аппарате горючей жидкости, рабочая температура которой находится в интервале между нижним и верхним температурными пределами воспламенения с учетом запаса надежности и при условии, что концентрация паров в свободном пространстве аппарата с пожароопасной жидкостью является насыщенной и остается неизменной во время его эксплуатации условие образования ВОК определяют следующим образом:

$$t_{нв} - 10 \leq t_{раб} \leq t_{внв} + 15$$

где $t_{раб}$ — рабочая температура жидкости в аппарате, град;

$t_{нв}$, $t_{внв}$ — соответственно нижний и верхний температурные пределы воспламенения жидкости, град.

Обеспечить эксплуатацию аппаратов и емкостей без образования в них взрывоопасных концентраций паров позволяют следующие технически решения.

1. Ликвидация паровоздушного объема. Если в емкостях и резервуарах даже с изменяющимся уровнем жидкостей не будет паровоздушного объема, то не будет условий и для образования пожароопасных концентраций. Ликвидировать паровоздушный объем можно тремя способами.

а) устройством хранилищ, в которых горючие жидкости находятся под защитным слоем воды или над слоем воды, как показано на рисунках (естественно, что таким способом можно хранить горючие жидкости, практически не смешивающиеся с водой, например сероуглерод, нефтепродукты);

б) применением резервуаров с плавающей крышей и плавающими понтонами. Плавающая на жидкости крыша представляет собой полый диск из стальных листов толщиной

2—5 мм. Чтобы сделать крышу незатопляемой, она разделена перегородками на ряд отсеков. Диаметр плавающей крыши меньше внутреннего диаметра резервуара. Имеющийся зазор между крышей и стенками резервуара уплотняют специальными затворами, обеспечивающими соответствующую герметичность при перемещениях крыши вверх и вниз.

в) устройством емкостей с эластичными, складывающимися стенками.

2. Применение высокостойких пен, эмульсий и полых микро-шариков, т. е. веществ и материалов, способных, не разрушаясь, плавать на поверхности горючей жидкости резервуара, создавая требуемой толщины слой и необходимую герметизацию с корпусом.

Полые микрошарики размером 10—120 мк изготавливают из карбамидных и фенолформальдегидных смол. Для защиты резервуара с бензином емкостью 100 м³ необходимо 36 кг полых микрошариков, емкостью 1000 м³ — 168 кг, 3000 ж³—460 кг, а 5000;и³— 610 кг шариков.

3. Создание температурных условий, исключая образование взрывоопасных концентраций. При этом должны быть обеспечены постоянные условия работы аппарата с температурным режимом ниже нижнего или выше верхнего температурных пределов воспламенения.

В первом случае ($t_{раб} < t_{ниж} - 10^{\circ}C$) концентрация паров $C_{раб}$ над жидкостью всегда будет меньше нижнего концентрационного предела воспламенения $C_{ниж}$. При необходимости это обеспечивается применением систем охлаждения и ограничением температуры подогрева аппаратов.

Во втором случае ($t_{раб} > t_{верх} + 10^{\circ}C$) концентрация паров $C_{раб}$ внутри аппаратов всегда будет больше верхнего концентрационного предела воспламенения $C_{верх}$.

Если аппараты по условиям технологии нагреты до рабочих температур, превышающих верхний температурный предел воспламенения (например, ректификационные колонны, реакторы, варочные котлы), то нарушение температурного режима в сторону снижения температуры в таких аппаратах может вызвать образование взрывоопасных смесей. Следовательно, при рабочих температурах ниже или выше температурных пределов воспламенения паров жидкости необходимо систематически контролировать температурный режим, используя приборы автоматического контроля или автоматического регулирования температуры.

4. Введение негорючих газов в паровоздушный объем аппаратов или емкостей. Если в аппарате есть условия для образования взрывоопасной концентрации паров и нельзя изменить температурный режим работы, то обеспечить безопасность эксплуатации аппарата можно путем подачи в него какого-либо негорючего газа или водяного пара (если рабочая температура аппарата выше 100°C).

Как известно, добавки к горючей смеси инертных компонентов, на нагревание которых в процессе горения затрачивается тепло, понижают температуру и скорость горения смеси, а при введении достаточного количества инертного газа горение вообще невозможно. Негорючие газы — азот, углекислый газ, инертные газы, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания, пары воды и др. — понижают концентрацию кислорода в смеси, сужая концентрационные пределы воспламенения.

Таким образом, взрывобезопасность аппарата или емкости можно обеспечить при помощи негорючего газа, контролируя его концентрацию или концентрацию кислорода в смеси, не допуская, чтобы их содержание выходило за пределы допустимых значений.

5. Введение в огнеопасную жидкость каких-либо добавок, снижающих парциальное давление, т. е. уменьшающих количество горючих паров в воздушном пространстве аппарата, резервуара.

В качестве таких добавок могут быть применены, например, вода — для метилового, этилового и пропилового спиртов, ацетона, уксусной кислоты; четыреххлористый углерод — для нефтепродуктов, сероуглерода и др. Практическое использование этого способа встречает затруднение, так как нередко приводит к изменению свойств жидкостей, требует увеличения объема аппаратов и т. п. Более перспективными, по-видимому, будут являться

такие вещества, которые при добавке в небольших количествах образуют на поверхности горючей жидкости мономолекулярную пленку, препятствующую свободному испарению.

4. ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ АППАРАТОВ С ГОРЮЧИМИ ГАЗАМИ. МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В производственных условиях получают или используют в технологическом процессе разнообразные горючие газы при различных температурах и давлении.

В качестве химического сырья или топлива широко применяются следующие газы: естественный, нефтяной, коксовый, этилен, ацетилен, бутилен, абгазы, аммиак, водород и др.

Неправильная эксплуатация аппаратов с горючими газами может вызвать пожары и взрывы. Поскольку такими же свойствами, как газы, обладают и перегретые пары жидкостей, излагаемые ниже условия образования горючих концентраций газов внутри аппаратов относятся и к перегретым парам.

Обычно аппараты и трубопроводы бывают заполнены горючим газом без примеси окислителя и реже по технологическим условиям используется смесь горючего газа с воздухом или кислородом (например, получение водорода конверсией метана, ацетилена — термоокислительным пиролизом естественного газа, окислов азота — окислением аммиака).

Наличие горючей смеси газа с воздухом внутри аппаратов и трубопроводов может быть выражено следующим образом:

$$0,5\varphi_{\text{ниж}} \leq \varphi \leq \left(100 - \frac{100 - \varphi_{\text{верх}}}{K}\right)$$

Запас надежности для нижнего концентрационного предела воспламенения принимают равным 50% от его значения.

где K — коэффициент, зависящий от численной величины верхнего предела воспламенения.

Для веществ с невысоким значением верхнего концентрационного предела распространения пламени $K = 1,04 \div 1,1$

Для веществ с высоким значением верхнего концентрационного предела распространения пламени (например, ацетилен, водород, метиловый спирт и тому подобные вещества) $K = 1,31 \div 2,52$

Обеспечить эксплуатацию аппаратов с горючими газами без образования в них взрывоопасных концентраций можно с помощью следующих технических решений:

а) при наличии смеси горючего газа с окислителем рабочая концентрация в аппаратах должна устанавливаться выше верхнего или ниже нижнего пределов воспламенения с учетом запаса надежности;

б) нельзя нарушать принятое безопасное соотношение смеси горючее — окислитель, для чего на питающих аппарат линиях устанавливают автоматические регуляторы соотношения и: автоматические регуляторы давления газов;

в) нарушение автоматического регулирования соотношения компонентов или прекращение подачи одного из них должна сопровождаться автоматическим отключением питающих аппарат линий с одновременным пуском в систему (негорючего газа);

г) при наличии смеси горючего газа с окислителем, находящейся в пределах воспламенения или близкой к ним, следует применять флегматизирующие добавки. Расчет требуемого количества инертного компонента производится так же, как и при защите емкостей с горючими жидкостями;

д) для непрерывного контроля за величиной рабочей концентрации смеси газов с окислителем аппараты оборудуют стационарными газоанализаторами, автоматически сигнализирующими об отклонении от нормы.

5. ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ АППАРАТОВ С ГОРЮЧИМИ ПЫЛЯМИ. МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

В производственных условиях тонко измельченные твердые горючие вещества могут являться конечным продуктом (пылевидное топливо, древесная мука, сахарная пудра и т. д.) или отходами и побочными продуктами производства (мучная, табачная, древесная пыль и т. д.). Размеры частичек пыли колеблются в весьма широких пределах. В зависимости от размеров-частиц и скорости движения воздуха пыль может находиться во взвешенном или осевшем состоянии. При увеличении скорости движения воздушных потоков осевшая пыль (аэрогель) легко переходит во взвешенное состояние (аэрозоль) и наоборот.

Многие пыли во взвешенном состоянии способны с воздухом давать взрывоопасные концентрации.

Наиболее важное значение имеет нижний предел воспламенения пыли, так как величина верхнего предела очень высока и практически редко достижима.

Таким образом, условием наличия взрывоопасной концентрации пыли внутри аппаратов будет $C_D \geq C_{нпв}$ или с учетом запаса надежности:

6. ПЕРИОДЫ ОСТАНОВКИ И ПУСКА АППАРАТОВ.

Периоды пуска и остановки технологического оборудования являются особенно опасными, вследствие того, что оборудование выводится из нормального безопасного технологического режима, вскрывается и создаются условия для образования горючей среды:

В технологическом регламенте любого производства есть пункт: Основные положения пуска, остановки аппарата (или объекта) при нормальных условиях работы.

Включающий:

- общую подготовку к пуску установки;
- пуск установки;
- вывод установки на режим;
- нормальная остановка аппарата;
- основные правила сдачи оборудования в ремонт, подготовка и проведение ремонта

оборудования и коммуникаций.

Непосредственными причинами образования взрывоопасных концентраций в аппаратах и трубопроводах при их остановке являются:

а) неполное удаление из аппарата огнеопасных жидкостей (из его нижней части, тарелок, насадки или других внутренних устройств).

Если в аппарате осталось много горючих веществ, то удалить их последующей продувкой очень трудно;

б) отсутствие или недостаточная продувка водяным паром или негорючим газом, недостаточная промывка водой или плохое вентилирование воздухом внутреннего пространства аппаратов и трубопроводов от оставшихся жидкостей, паров и газов. Неправильно, когда продувка проводится при уменьшенном количестве подаваемого негорючего газа или пара, уменьшенном времени продувки или при отсутствии контроля за составом продувочных газов, отводимых из аппарата;

в) негерметичное отключение от подлежащих остановке аппаратов соединенных с ними трубопроводов с огнеопасными жидкостями и газами.

Если аппараты отключают только путем перекрытия задвижек на соединительных трубопроводах, то это не гарантирует полной герметичности. Во время эксплуатации рабочие части задвижек изнашиваются, деформируются. Все это приводит к тому, что и в закрытом состоянии такие задвижки способны пропускать жидкость, газы и пары. Просачиваясь через задвижки и постепенно накапливаясь, они могут образовать ВОК даже в полностью опорожненных и правильно продутых аппаратах и трубопроводах.

Чтобы избежать образования взрывоопасных концентраций внутри аппаратов и трубопроводов, при их остановке:

- полностью сливают огнеопасные жидкости,

- надежно отключают трубопроводы с огнеопасными веществами,
- и продувают внутренний объем аппаратов, чтобы в них не оставалось паров жидкостей и газов.

Для обеспечения полного слива жидкостей сливной трубопровод присоединяют к самой нижней точке аппарата.

Если конструктивное устройство аппарата не обеспечивает полного слива жидкости, то применяют промывку водой. Вода, постепенно вымывая и вытесняя горючую жидкость, занимает ее место в аппарате.

Надежное отключение аппаратов и трубопроводов от работающих систем может осуществляться различными способами:

- установка заглушки если аппараты останавливают на длительный срок. При этом задвижку перекрывают, разъединяют фланцевое соединение со стороны отключаемого аппарата и рядом с прокладкой или вместо нее устанавливают металлическую заглушку с хвостовиком. Затем фланцы вновь стягивают болтами. Хвостовики нужны не только для удобства, но и для того, чтобы было заметным место установки заглушки.

В том случае, когда отключение аппаратов производится сравнительно часто рекомендуется применять гидравлические затворы-отключатели.

В нерабочем состоянии гидрозатвор свободно пропускает поток газа, а будучи заполненным водой, отсекает подачу газа. Высота запирающего слоя воды H должна быть несколько больше рабочего давления газа в линии и устанавливается нормами.

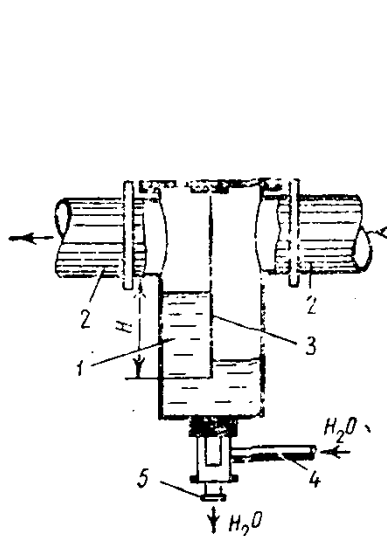


Рис. 1.16. Гидравлический затвор-отключатель газовой линии
1 — корпус; 2 — газовые линии; 3 — перегородка; 4, 5 — линии подачи и спуска воды; H — максимальная высота водяного затвора

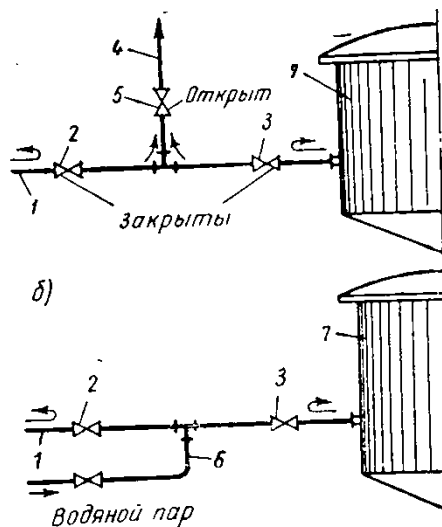


Рис. 1.17. Способы герметического отключения линий от аппаратов

а — двумя вентилями с открытой трубкой в атмосферу; б — двумя вентилями с подводом водяного пара между ними; 1 — трубопровод с продуктами; 2, 3, 5 — задвижки; 4 — отводная труба; 6 — линия водяного пара; 7 — аппарат

- отключение устройством на линии двух близко друг к другу расположенных задвижек - 2 и 3 с отводной трубой - 4 между ними, как показано на рис. 1.17, а. В этом случае неисправность или неплотное закрытие любого из вентилях на рабочей линии не вызовет попадания пара или газа в отключенный, аппарат, так как имеется путь наименьшего сопротивления — выход пара или газа наружу через открытую отводную трубу.

- отключения газовых и жидкостных линий достигается закрытием двух рядом расположенных задвижек — 2 и 3 с подачей между ними водяного пара или инертного газа по линии 6, как показано на рис. 1.17, б. Давление водяного пара должно быть несколько выше рабочего давления.

Данный способ герметичного отключения используется в производстве полиэтилена, а именно при пиролизе (процесс разложения при повышенных температурах без доступа кислорода).

Время продувки аппаратов и трубопроводов негорючим газом зависит от многих факторов, из которых наиболее существенными являются:

величина внутреннего объема и конструктивное устройство аппарата, количество горючих остатков в аппарате и их летучесть, диаметры линий подачи газа на продувку и отвода смеси из аппарата, давление газа в продувочной линии и т. п.

Продувка считается законченной, если в отходящей смеси $\varphi_{отст} < \varphi_{нпв}$

При остановке аппаратов, в которых отсутствуют самовозгорающиеся отложения, и если в дальнейшем не предполагается производить в них огневые ремонтные работы остаточная концентрация горючих веществ при продувке должна быть в 1,7—2,5 раза меньше $\varphi_{остат} < \varphi_{нпв}/1,7-2,5$

Если аппараты имеют сложное внутреннее устройство (тарелки, слой насадки или катализатора, перегородки и т. п.), или в них могут быть самовозгорающиеся отложения, или предполагается производство огневых ремонтных работ, то остаточная концентрация горючих веществ в отходящей смеси должна быть в 20 раз меньше величины нижнего концентрационного предела воспламенения. $\varphi_{остат} < \varphi_{нпв}/20$.

Для газов длительность продувки определяем по формуле:

$$\tau_z = \frac{V}{q} \ln \frac{\varphi_{нач}}{\varphi_{кон}}$$

Для огнеопасных жидкостей длительность продувки должна быть увеличена в несколько раз по сравнению с аппаратами из-под ГГ, следовательно:

$$\tau_z = n \frac{V}{q} \ln \frac{\varphi_{нач}}{\varphi_{кон}}$$

где $\tau_z, \tau_{ж}$ — время продувки аппарата с горючим газом и горючей жидкостью, мин;
 n — коэффициент, зависящий от летучести жидкости и ее количества. В среднем может быть принят в пределах 3—10.

Расход негорючего газа или водяного пара q (м³/с), подаваемого на продувку аппарата, можно определить по формуле:

$$q = \omega \cdot S = \omega \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 0.785 \cdot d^2 \cdot \omega$$

где ω — скорость подачи газа из трубопровода в аппарат, м/сек;
 S — площадь поперечного сечения трубопровода, м²;
 d — диаметр трубопровода, м.

7. ОТКРЫТЫЕ АППАРАТЫ С ПОЖАРООПАСНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ.

Испарение с открытой поверхности происходит при хранении жидкостей в открытых резервуарах, наличии окрасочных ванн, пропитке в ваннах растворенными смолами тканей и бумаги, промывке и сушке деталей растворителями и т. п. Горючая концентрация смеси паров с воздухом над поверхностью открытого аппарата образуется, если температура жидкости $t_{раб}$ будет выше температуры ее вспышки $t_{всп}$. С учетом коэффициента надежности это условно выражается соотношением:

$$t_{раб} \geq t_{всп} - 10^0 \text{ C}$$

Размер образующейся взрывоопасной зоны паров определяется условиями испарения.

Количество жидкости, испаряющейся со свободной поверхности, зависит от ее физических свойств, температурных условий испарения, площади зеркала испарения, времени испарения и подвижности воздуха.

В общем виде эту закономерность можно выразить следующим образом:

$$G_{исп} = f(P_s, M, D, q_{исп}, t_{ж}, t_{в}, \alpha, \omega, P_{в}, F, \tau),$$

где $G_{исп}$ — количество испарившейся жидкости;
 P_s — давление насыщенного пара жидкости при данной температуре;
 M — молекулярный вес жидкости;
 D — коэффициент диффузии паров жидкости при данной температуре;
 $q_{исп}$ — теплота испарения жидкости;
 $t_{ж}, t_{в}$ — температура жидкости и воздуха;
 α — коэффициент теплообмена между жидкостью и воздухом;
 ω — скорость движения воздуха параллельно поверхности испарения;
 $P_{в}$ — давление паров жидкости в воздухе;
 F — площадь испарения;
 τ — длительность испарения.

8. ИСПАРЕНИЕ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В НЕПОДВИЖНУЮ СРЕДУ

При испарении горючей жидкости в неподвижный воздух (молекулярная диффузия) затрудняется рассеивание паров, создаются более благоприятные условия для скопления паров у места их выделения с образованием местных пожароопасных концентраций. Естественно, что в этом случае практический интерес представляет закон распределения концентраций пара по высоте над поверхностью жидкости в зависимости от температуры и длительности испарения, возможные размеры зоны взрывоопасности и количество испаряющейся жидкости.

Массу испаряющейся с открытой поверхности жидкости в неподвижную среду определяют по формуле:

$$m_H = 1,155 \varphi_s P_t F_u \sqrt{\frac{D_t \tau}{1 - \varphi_s}}, \quad (2.6)$$

где m_H - масса жидкости, испаряющейся с открытой поверхности в неподвижную среду, кг;

P_t - плотность пара жидкости при рабочей температуре, кг/м³; F_u - поверхность испарения, м²;

D_t - коэффициент диффузии пара при рабочей температуре, м²/с; τ - продолжительность испарения, с.

Величину коэффициента диффузии пара или газа в воздух при рабочей температуре t_p определяют по формуле:

$$D_t = D_0 \left(\frac{t_p + 273}{t_c + 273} \right)^n, \quad (2.8)$$

где D_0 - значение коэффициента диффузии, при температуре $t_0, M^2 / c$;

n - показатель степени приведены в справочной литературе.

Приближенное значение коэффициента диффузии можно найти из следующего выражения:

$$D_0 = \frac{0.8}{\sqrt{M}}$$

Плотность пара жидкости при рабочей температуре определяют по формуле:

$$\rho_t = \frac{M}{V_t}$$

9. ИСПАРЕНИЕ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В ДВИЖУЩУЮСЯ СРЕДУ (КОНВЕКТИВНАЯ ДИФФУЗИЯ)

Молекулярная диффузия паров жидкости в неподвижный воздух протекает весьма медленно. Значительно быстрее протекает процесс диффузии паров жидкости в движущийся воздух. При конвективной диффузии масса переходит из одной фазы в другую не только вследствие молекулярного движения, но и в результате движения воздуха, а также более интенсивного теплообмена. За счет этого увеличивается количество испаряющейся жидкости.

Характер изменения концентрации пара по высоте от поверхности испарения жидкости при движущемся воздухе резко отличается от закономерности изменения концентрации паров при испарении в неподвижный воздух. При конвективной диффузии над поверхностью жидкости образуется небольшой толщины пограничный слой с насыщенной концентрацией паров, затем происходит резкий перепад концентрации и в последующих слоях воздуха, т. е. выше пограничного слоя, вследствие интенсивного перемешивания воздуха при движении концентрация пара будет примерно одинаковой.

Массу испаряющейся с открытой поверхности жидкости (в движущуюся и неподвижную среду) определяют по формуле:

$$m_u = 10^{-6} \eta \sqrt{M P_s F_u \tau}$$

где m_u - масса испаряющейся с открытой поверхности жидкости, кг;

P_s - давление насыщенного пара при температуре испарения, мм. рт. ст.;

M — молекулярный вес паров жидкости, кг/кмоль;

η - коэффициент, зависящий от температуры и скорости движения воздуха; численные значения коэффициента η приведены в табл.

Значение коэффициента η

Скорость воздушного потока в помещении м/с	Температура воздуха в помещении, °C				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Снижение пожаро-взрывоопасности производств при наличии аппаратов с открытой поверхностью испарения обеспечивается следующими техническими решениями:

а) изменением технологических схем с наличием промывочных, окрасочных ванн и других аппаратов с открытой поверхностью испарения таким образом, чтобы весь процесс, в том числе загрузка и выгрузка материала, осуществлялся изолированно от окружающего воздуха (аппараты с открытой поверхностью испарения во всех случаях, где это позволяет технология, должны заменяться закрытыми аппаратами);

б) заменой легковоспламеняющихся жидкостей в открытых аппаратах менее пожароопасными, а лучше всего негорючими жидкостями или составами. Так, например, если это допустимо по условиям технологии, то для повышения температуры вспышки в

легковоспламеняющиеся растворители можно добавлять галоидированные углеводороды или заменять ими ЛВЖ полностью (например, дихлорметаном, трихлорэтаном, трихлорэтиленом, тетрахлорэтаном, четыреххлористым углеродом). Для пропитки электроизоляционных материалов вместо лаков на спирте, бензоле и ацетоне все более широкое применение находят водорастворимые электроизоляционные лаки (например, бакелитовый вододисперсионный масляно-соляной лак № 321 и 302). Для пропитки тканей и изготовления изоляции используют вододисперсионные поливинилацетатные и бутадиенстирольные краски. При обезжиривании и промывке деталей вместо легковоспламеняющихся растворителей применяют растворы тринатрийфосфата, жидкого стекла и кальцинированной соды, едкого натра и другие составы с добавлением поверхностно активных веществ ОП-7, ОП-10 и др.

При обработке указанными составами температура должна быть 60-80°C, а время обработки 2-5 мин.

Хорошие результаты дает ультразвуковой метод обезжиривания, когда генератор ультразвука находится в ванне с минеральным маслом, в которую устанавливается рабочий сосуд с негорючим водным раствором (30 г тринатрийфосфата и 3 г ОП-10 на 1 л воды);

в) выбором наиболее рациональной формы открытого аппарата (если нельзя его закрыть или применить негорючую жидкость), позволяющей при всех прочих равных условиях иметь минимальную величину поверхности испарения ЛВЖ. Для улавливания выделяющихся при испарении паров жидкостей у аппаратов с открытой поверхностью испарения должны быть местные системы аспирации.

Аппараты с открытой поверхностью испарения должны также иметь устройства для аварийного слива горючей жидкости, крышки для закрывания аппаратов на тот период, когда они не работают, и локальные установки пожаротушения.

10. «ДЫШАЩИЕ» АППАРАТЫ С ПОЖАРООПАСНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ.

Нормальная эксплуатация значительного числа аппаратов требует сообщения соответствующими устройствами их внутреннего объема с окружающей средой.

Количество паров огнеопасных жидкостей, поступающих в помещение из аппаратов, сообщающихся с атмосферой через дыхательные трубы или открытые люки, зависит не только от физических свойств жидкости, но и от числа малых и больших дыханий.

Большим дыханием называют вытеснение паров наружу или подсос воздуха внутрь аппаратов при изменении уровня жидкости в них.

Малым дыханием называют вытеснение паров наружу или подсос воздуха внутрь аппаратов, вызываемые изменениями температуры газового пространства под влиянием изменения температуры внешней среды.

Следует иметь в виду, что поступление воздуха в аппарат при его дыхании может привести к разбавлению богатой смеси паров до горючей концентрации.

При выходе паровоздушной смеси из аппарата около дыхательной трубы образуется горючая концентрация паров, если температура жидкости будет равна или больше величины нижнего температурного предела воспламенения с учетом коэффициента надежности, т. е. если

$$t_{раб} \geq t_{ннг} - 10^0 C$$

Величина зоны опасных концентраций будет зависеть от количества выходящих паров, их свойств и состояния окружающей среды (скорость движения и температура воздуха).

Количество паров огнеопасной жидкости, которое может теряться при дыхании аппаратов, можно определить расчетом.

Количество паров жидкости, которое выходит из сообщаемого с атмосферой аппарата при его «дыхании», определяют по формуле:

$$G_n = \left(\frac{V_1(1-\varphi_1)P_1}{t_1 + 273} - \frac{V_2(1-\varphi_2)P_2}{t_2 + 273} \right) \frac{\varphi_{cp.}}{1-\varphi_{cp.}} \frac{M}{8314,31}$$

где G_n - количество выходящих из аппарата паров жидкости за один цикл «дыхания», кг/цикл;

V_1 и V_2 - объем газового пространства соответственно в начале и конце «дыхания», м³;

φ_1 и φ_2 - концентрация насыщенных паров жидкости соответственно при температурах t_1 и t_2 , об. доли;

P_1 и P_2 - давление среды в аппарате соответственно в начале и конце «дыхания», Па;

$\varphi_{cp.} = (\varphi_1 + \varphi_2) / 2$ - средняя концентрация насыщенного пара в аппарате, об. доли;

8314,31 Дж/(кмоль · К) – универсальная газовая постоянная.

В целях сокращения безвозвратных потерь горючих жидкостей с выбрасываемой наружу паровоздушной смесью, имеющих место при больших и малых дыханиях, и снижения пожаровзрывоопасности процесса целесообразно осуществлять технические и организационные мероприятия, позволяющие обеспечивать:

- уменьшение или полную ликвидацию паровоздушного объема,
- увеличивать рабочее давление резервуаров,
- соединять дыхательные линии резервуаров с одинаковыми продуктами в единую замкнутую систему,
- производить улавливание паров,
- защищать емкости от колебаний температуры.

Уменьшение или ликвидация объема паровоздушного пространства резервуаров. Из формул и видно, что если объем газового пространства аппарата будет равен нулю, то и потери паров в процессе заполнения резервуара жидкостью, а также при изменении температуры (при достаточно хорошей герметизации затворов плавающих крыш и понтонов) будут приближаться к нулю. Технические решения, позволяющие эксплуатировать резервуары и емкости без наличия в них паровоздушного пространства, освещены ранее.

11. ХРАНЕНИЕ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ В ЕМКОСТЯХ К РЕЗЕРВУАРАМ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ.

Избыточное давление позволяет уменьшить потери от больших дыханий, резко снизить потери от малых дыханий и даже сократить их совсем. Для создания избыточного давления на дыхательных линиях резервуаров и емкостей устанавливают дыхательные клапаны тарельчатые (рис. 2.7) или мембранные (рис. 2.8). Естественно, что эффективность дыхательных клапанов зависит от величины их рабочего давления.

Практика эксплуатации резервуаров показывает, что клапаны низкого давления (от 50 до 200 мм вод. ст.) дают сравнительно небольшой эффект, сокращая потери от испарения примерно на 3—10%. Поэтому в настоящее время проектируются и строятся емкости с рабочим давлением 2000 мм рт. ст. и более.

Наружные емкости и резервуары должны быть оборудованы непримерзающими дыхательными клапанами. На дыхательной линии между резервуаром с ЛВЖ и клапаном устанавливают огнепреградитель.

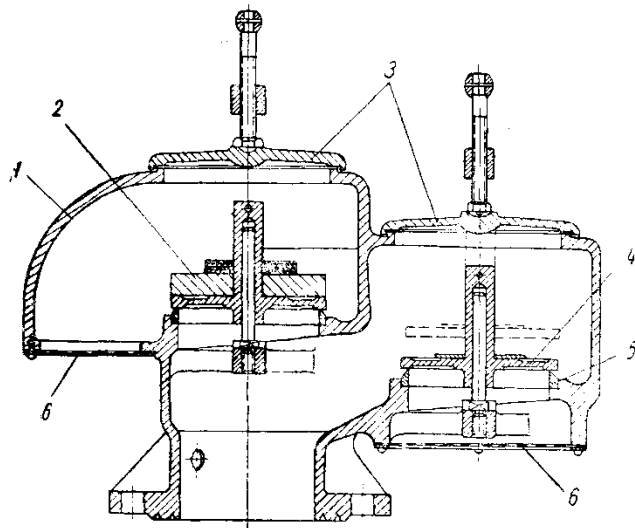


Рис. 27. Дыхательный клапан тарельчатый
 1 — корпус; 2 — клапан давления с утяжелителем; 3 — крышка люка;
 4 — клапан вакуумный; 5 — седло клапана; 6 — защитная сетка

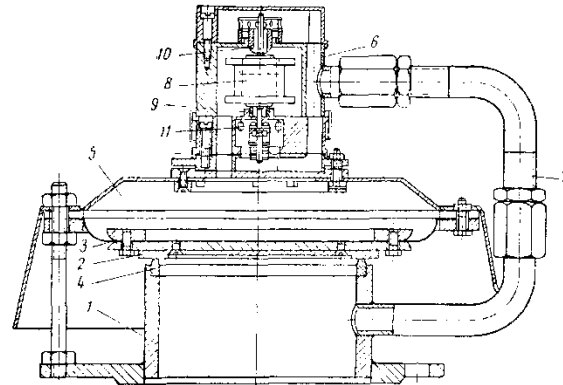
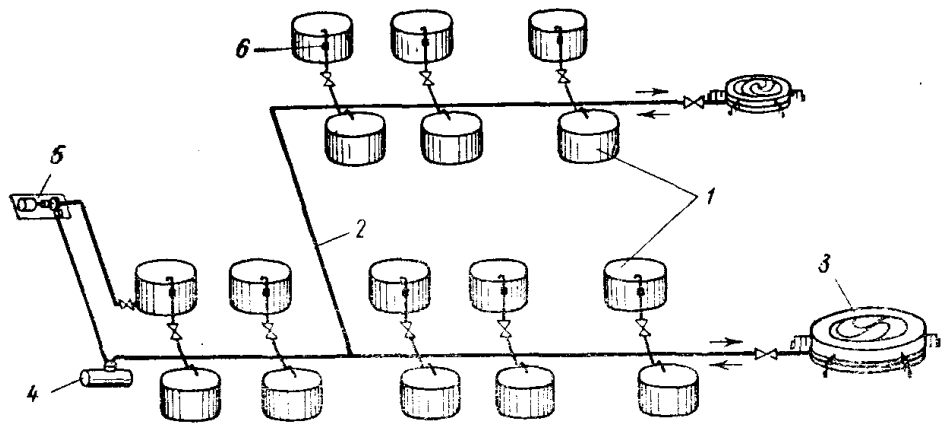


Рис. 28. Дыхательный клапан мембранный
 1 — патрубок, соединяющий клапан с резервуаром; 2 — тарелка клапана; 3 — мембрана;
 4 — седло клапана; 5 — камера над мембраной; 6 — командоаппарат; 7 — соединительная
 труба; 8 — тарелка командоаппарата; 9 — седло нижнее; 10 — седло верхнее; 11 — отверстие,
 соединенные с атмосферой



Газоуравнивающая обвязка резервуаров с ЛВЖ

Вытесняемая из резервуаров паровоздушная смесь поступает в газосборники, а при опорожнении резервуаров или их охлаждении паровоздушная смесь движется в обратном направлении.

Чтобы не произошло распространения огня, паровоздушные линии у каждого резервуара и газосборника защищают огнепреградителями. При отсутствии газосборника коллектор паровоздушной смеси соединяют с общей воздушной трубой, имеющей дыхательный клапан и огнепреградитель.

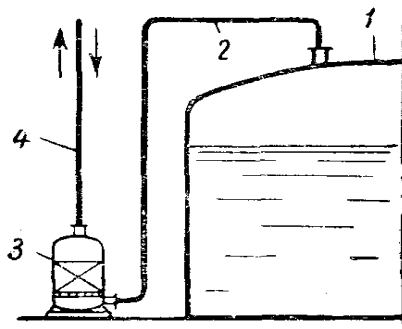


Рис. 2.11. Улавливание паров ЛВЖ возвращающим адсорбером

1 — резервуар с ЛВЖ; 2 — дыхательная линия; 3 — возвращающий адсорбер; 4 — труба для выброса или подсоса воздуха

Улавливание паров легковоспламеняющихся жидкостей возвращающими абсорберами или адсорберами. Действие абсорбера или адсорбера основано на поглощении паров жидкости соответствующим абсорбентом или адсорбентом при выходе паровоздушной смеси из резервуара наружу и отдаче их обратно при засасывании атмосферного воздуха в резервуар. Уменьшение потерь при этом не превышает 40%. Могут быть и другие варианты улавливания паров, выходящих из резервуаров и емкостей при дыхании.

Использование средств защиты, позволяющих снизить амплитуду колебаний температуры резервуаров и емкостей при нагревании их внешним источником тепла.

К таким средствам относятся:

- предохранительная окраска поверхности светлыми лучеотражающими составами. Окраска серебристого цвета (алюминиевая) почти в 2 раза снижает потери по сравнению с окраской черного цвета;
- орошение резервуаров водой посредством специальных распылителей, монтируемых на крыше резервуаров. Охлаждение крыши и стенок резервуара в местностях с жарким климатом приводит к снижению потерь в 2 раза;
- теплоизоляция поверхности резервуара или экранирование солнечных лучей (экранирующие защитные ограждения, лиственные породы деревьев).

Вывод дыхательных труб за пределы помещения. При размещении дышащих аппаратов (мерники, напорные баки, емкости промежуточные и т. п.) в помещениях дыхательные трубы выводятся за его пределы или присоединяются к общецеховой системе по улавливанию паров. Обычно дыхательные трубы выводятся на 2 м выше уровня крыши и защищаются огнепреградителями, чтобы предупредить возможное проникновение пламени внутрь емкости при воспламенении паров от внешних источников воспламенения. При наличии нескольких емкостей допускается объединение дыхательных линий в единую магистраль. Огнепреградители устанавливаются на всех линиях между аппаратами и магистралью.

12. ВЗРЫВОПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ АППАРАТОВ, ПЕРИОДИЧЕСКИ ОТКРЫВАЕМЫХ ДЛЯ ЗАГРУЗКИ И ВЫГРУЗКИ ПРОДУКЦИИ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В технологических процессах производств нередко применяются аппараты периодического действия. К таким аппаратам относятся растворители синтетических смол и других веществ, клеемешалки, смесители, экстракторы, фильтрпрессы и т. п. При всех прочих равных условиях аппараты периодического действия представляют большую пожарную опасность по сравнению с аппаратами непрерывного действия.

Аппараты периодического действия перед началом рабочего цикла загружаются твердыми или жидкими горючими веществами, в процессе работы появляется необходимость брать пробы обрабатываемых веществ на анализ, а по окончании процесса аппарат должен разгружаться и готовиться для последующего цикла работы. Таким образом, эксплуатация даже герметично закрытых аппаратов периодического действия сопряжена с необходимостью открывания люков, крышек, загрузочных и разгрузочных приспособлений и выходом при этом наружу определенного количества горючих веществ.

Для снижения пожаровзрывоопасности аппаратов периодического действия целесообразно использовать следующие технические решения.

1. Во всех случаях, где это осуществимо по условиям технологического процесса, следует заменять периодически действующие аппараты аппаратами непрерывного действия.

2. У аппаратов периодического действия нужно максимально герметизировать загрузочные и разгрузочные устройства. Попадание паров и газов из аппарата в загрузочный бункер можно предотвратить также путем подачи в него инертного газа и другими способами. Разгрузку аппарата от готовой продукции лучше производить не открытым способом, а по разгрузочным трубам в приемные бункеры или в закрытую тару.

3. Если необходимо производить открытую разгрузку, то аппарат следует оборудовать системой отсоса паров и газов из внутреннего объема с последующим гашением вакуума подачей инертного газа или осуществлять защиту внутреннего объема аппарата инертным газом в течение всего периода работы.

4. Необходимо оборудовать аппараты у мест сосредоточенно выхода паров и газов (открываемые крышки, люки для взятия проб и т. п.) эффективно действующими местными отсосами.

5. При остановке разгруженных аппаратов на длительный период следует тщательно их зачищать от остатков продукта, продувать инертным газом или заполнять водой.

У мест размещения периодически действующих аппаратов (особенно с открытой разгрузкой и загрузкой горючих веществ) должны находиться стационарные установки пожаротушения локального действия.

13. АППАРАТЫ ГЕРМЕТИЧНО ЗАКРЫТЫЕ, РАБОТАЮЩИЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Аппараты с неразъемными и разъемными соединениями

При эксплуатации закрытых аппаратов и емкостей, находящихся под давлением, даже при их исправном состоянии всегда происходят небольшие утечки горючих веществ через прокладки, швы, разъемные соединения и другие места. Это объясняется тем, что даже при самой тщательной обработке прилегающих друг к другу поверхностей нельзя создать абсолютную непроницаемость. При соприкосновении двух поверхностей из-за наличия незначительных выпуклостей образуется большое количество капиллярных каналов, по которым будет происходить истечение газов и жидкостей.

Для ориентировочного определения утечки паров и газов из работающих под давлением герметичных аппаратов можно воспользоваться формулой Н. Н. Репина.

$$G = KCV \sqrt{\frac{M}{T_{\text{раб}}}}$$

где G — количество паров и газов, выходящих из аппарата кг/ч;

K — коэффициент, учитывающий степень износа производственного оборудования, принимается в пределах от 1 до 2;

C — коэффициент, зависящий от давления паров или газов в аппарате;

V — внутренний (свободный) объем аппаратов и коммуникаций, находящихся под давлением, м³;

M — молекулярный вес газов или паров, находящихся под давлением в аппаратах;

$T_{\text{раб}}$ — температура паров или газов, находящихся в аппаратах, °К.

Утечки из нормально герметизированных аппаратов, работающих под давлением, происходят хотя и непрерывно, но обычно не вызывают реальной пожарной опасности, так как выходящие наружу маленькие струйки газа или пара чаще всего рассредоточены по поверхности аппарата и при наличии воздухообмена сразу же рассеиваются и отводятся от места их выделения. Величину таких потерь учитывают при расчетах приточно-вытяжной вентиляции по предельно допустимой концентрации вредных веществ.

Нормальная герметичность неразъемных соединений достигается путем сварки, пайки, развальцовки, а также при помощи склеивающих и цементирующих составов. Гер-

метичность разъемных соединений чаще всего достигается путем использования легкодеформируемых прокладочных материалов: фибры, резины, асбеста, паронита, синтетических полимерных материалов (поливинилхлорид, фторопласты и др.), меди и др. Выбор прокладочных материалов производится с учетом величины рабочей температуры, давления, свойств обрабатываемых веществ и устойчивости при воздействии температуры пожара.

Значительное количество аппаратов, работающих под давлением, имеют движущиеся механизмы (лопасти мешалок, колеса насосов и компрессоров, винты шнеков и т. п.), валы или штоки которых проходят через корпус аппарата с соответствующими сальниковыми уплотнениями.

Уплотнения вращающихся валов и штоков, совершающих возвратно-поступательное движение, должны создавать небольшое трение, быть износоустойчивыми, обладать требуемой герметичностью и возможностью легкой замены.

Создать надлежащую герметичность сальников очень трудно, поэтому при работе аппаратов с наличием сальниковых уплотнений всегда наблюдается утечка паров, газов или жидкости.

Неизбежность потерь паров и газов из дышащих и герметичных аппаратов, а также при работе насосов и компрессоров приводит к необходимости учета их при составлении материального баланса производственного процесса. Величина потерь при нормальном состоянии аппаратов принимается в пределах 1% часовой производительности аппаратов. Данные о величине учитываемых потерь можно найти в расчетной части пояснительной записки технологического проекта.

14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ, ВЫХОДЯЩИХ НАРУЖУ ПРИ ЛОКАЛЬНОМ ПОВРЕЖДЕНИИ И ПОЛНОМ РАЗРУШЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ГОРЮЧИМИ ГАЗАМИ, ЖИДКОСТЯМИ И ПЫЛЕВИДНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Наибольшую опасность для производства представляют повреждения и аварии технологического оборудования и трубопроводов, в результате которых значительное количество горючих веществ выходит наружу, вызывая опасные скопления паров и газов в помещениях, загазованность открытых территорий, разлив жидкостей на большие площади.

Если в поврежденных аппаратах и трубопроводах горючие вещества нагреты выше температуры самовоспламенения, то при выходе наружу и соприкосновении с воздухом произойдет их загорание. Если же выходящее из поврежденных аппаратов или трубопроводов горючее вещество нагрето ниже температуры самовоспламенения, но выше температуры вспышки (для жидкостей), то произойдет образование горючих смесей паров или газов с воздухом. Повреждения аппаратов и трубопроводов могут носить местный (локальный) характер (образование трещин, свищей, сквозных отверстий от коррозии, прогары теплообменной поверхности, выжимание прокладок фланцевых соединений и т.п.), но может происходить и полное разрушение аппарата или трубопровода.

Возможные причины выхода горючих веществ из аппаратов и трубопроводов следует определять по технологическому регламенту, путем опроса технического персонала, осмотра аппаратов и трубопроводов, обобщения материалов по фактам производственных аварий.

Повреждения аппаратов и трубопроводов могут носить местный, т. е. локальный, характер (образование трещин, свищей, сквозных отверстий от коррозии, прогары теплообменной поверхности, выжимание прокладок фланцевых соединений и т. п.), но может происходить и полное разрушение аппарата или трубопровода. В первом случае через образовавшееся отверстие почти под постоянным давлением продукт в виде струй пара, газа или жидкости будет выходить наружу. Во втором случае все содержимое аппарата сразу выйдет наружу и, кроме того, будет продолжаться истечение газа или жидкости из соединенных с ним трубопроводов.

Чтобы решить, какой вид повреждения является наиболее специфичным для данного производства и какой из аппаратов будет являться наиболее опасным при разрушении, необходимо исходить из результатов анализа возможных причин повреждений и аварий, методика выявления которых изложена в последующих главах. При этом необходимо учитывать случаи повреждений и аварий как на данном объекте, так и на других объектах, родственных ему по технологии.

Иногда для определения наиболее вероятного повреждения применимы вероятностные методы математической статистики. Если учесть размеры и режим работы технологического оборудования, сроки его службы и коэффициенты запаса, то согласно закону Пуассона можно определить, через какой период эксплуатации следует ожидать появления аварийного случая и в какой группе аппаратов это вероятнее всего произойдет.

Если известны размеры повреждения, то количество выходящих наружу веществ можно определить по следующей формуле:

$$G = f \omega \tau$$

где G — количество горючего вещества, выходящего наружу, кг;
 f — площадь отверстия, через которое выходит вещество наружу, м²
 w — скорость истечения вещества из отверстия, м/сек;
 γ — удельный вес вещества, кг/м³;
 τ — длительность истечения, сек.

Площадь поврежденного участка аппарата или трубопровода следует принимать с учетом конструктивных особенностей их устройства, а также причин и характера повреждения. При расследовании повреждений площадь поврежденного участка может быть установлена достаточно точно.

Длительность истечения вещества из поврежденного аппарата τ складывается из времени от начала истечения до момента обнаружения повреждения τ_1 , длительности подготовительных операций к прекращению утечки τ_2 и длительности операций по прекращению утечки τ_3 (закрытие задвижек, установка пробок, хомутов и т. п.), т. е.

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3$$

Величина каждого из этих слагаемых в свою очередь зависит от многих факторов.

Так, при условии постоянного наличия обслуживающего персонала в помещении, в случае качественного пожарно-профилактического надзора или при наличии стационарных средств контроля за величиной концентрации паров и газов в воздухе период времени τ , будет очень мал и его можно считать равным нулю. Величины τ_2 и τ_3 зависят от характера повреждения, режима работы аппарата, подготовленности обслуживающего персонала, технической оснащенности средствами противопожарной защиты и т. п. В среднем можно принимать $\tau = 15-30$ мин.

Скорость истечения веществ через отверстия круглой формы определяется по законам гидродинамики. Отверстия, отличающиеся по форме от круглого, должны быть приведены к круглому сечению.

Выходящая наружу жидкость растекается, и, если она нагрета выше температуры вспышки, образуются местные взрывоопасные смеси паров с воздухом. Зная площадь, на которой разлилась жидкость, и время, в течение которого она не убиралась, можно найти количество испарившейся жидкости.

При больших повреждениях ориентировочно можно считать, что все количество огнеопасных продуктов, находящихся в аварийной системе, выходит наружу. Дополнительно к этому истечение продукта будет продолжаться из питающих трубопроводов до момента их отключения.

При наличии на линиях автоматически закрывающихся при аварии задвижек, обратных или скоростных клапанов время перекрытия трубопроводов минимально и приближается к нулю, а при наличии задвижек ручного действия $\tau \approx 5-15$ мин. Максимальное количество продукта, которое при этом может выйти наружу, определится следующим образом:

$$G_{\text{общ}} = G_{\text{ан}} + G'_{\text{тр}} + G''_{\text{тр}}$$

где $G_{\text{ан}}$ — количество веществ, выходящих при разрушении аппарата, кг;
 $G'_{\text{тр}}$ — количество веществ, выходящих через трубопроводы до момента их отключения, кг;
 $G''_{\text{тр}}$ — количество веществ, выходящих из трубопроводов после закрытия задвижек, кг.

Определение количества горючих пылей поступающих в помещение в результате аварии.

Расчетная масса взвешенной в объеме помещения пыли m , кг, образовавшейся в результате аварийной ситуации, определяется по формуле

$$T = T_{\text{вз}} + T_{\text{ав}}$$

где $T_{\text{вз}}$ расчетная масса взвихрившейся пыли, кг;
 $T_{\text{ав}}$ расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, кг.

Расчетная масса взвихрившейся пыли $m_{\text{вз}}$ определяется по формуле

$$T_{\text{вз}} = K_{\text{вз}} T_n,$$

где $K_{\text{вз}}$ — доля отложившейся в помещении пыли, способной перейти во взвешенное состояние в результате аварийной ситуации. При отсутствии экспериментальных сведений о величине $K_{\text{вз}}$ допускается полагать $K_{\text{вз}} = 0,9$;

T_n — масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии, кг.

Расчетная масса пыли, поступившей в помещение в результате аварийной ситуации, $m_{\text{ав}}$, определяется по формуле

$$T_{\text{ав}} = (T_{\text{ан}} + qT)K_n,$$

где $T_{\text{ан}}$ — масса горючей пыли, выбрасываемой в помещение из аппарата, кг;
 q — производительность, с которой продолжается поступление пылевидных веществ в аварийный аппарат по трубопроводам до момента их отключения, кг с^{-1} ;

T — время отключения (Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать взрывоопасные газоздушные или паровоздушные смеси, определяется исходя из следующих предпосылок: происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов), с;

K_n — коэффициент пыления, представляющий отношение массы взвешенной в воздухе пыли ко всей массе пыли, поступившей из аппарата в помещение. При отсутствии экспериментальных сведений о величине K_n допускается полагать:

- для пылей с дисперсностью не менее 350 мкм — $K_n = 0,5$;

- для пылей с дисперсностью менее 350 мкм — $K_n = 1,0$.

Величина $T_{\text{ан}}$ принимается в соответствии с:

1) При расчете значений критериев взрывопожарной опасности в качестве расчетного следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором во взрыве участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий взрыва.

2) Количество пыли, которое может образовать взрывоопасную смесь, определяется из следующих предпосылок:

а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Масса отложившейся в помещении пыли к моменту аварии определяется по формуле

$$m_{\text{н}} = \frac{K_r}{K_y} (m_1 + m_2), \quad (4)$$

где K_r - доля горючей пыли в общей массе отложений пыли;

T_1 – масса пыли, оседающей на труднодоступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между генеральными уборками, кг;

T_2 – масса пыли, оседающей на доступных для уборки поверхностях в помещении за период времени между текущими уборками, кг;

K_y – коэффициент эффективности пылеуборки. Принимается при ручной пылеуборке:

сухой – 0,6;

влажной – 0,7.

При механизированной вакуумной уборке:

пол ровный – 0,9;

пол с выбоинами (до 5 % площади) – 0,7.

Под труднодоступными для уборки площадями подразумевают такие поверхности в производственных помещениях, очистка которых осуществляется только при генеральных пылеуборках. Доступными для уборки местами являются поверхности, пыль с которых удаляется в процессе текущих пылеуборок (ежедневно, ежесуточно и т. п.).

Определение количества горючих пылей у наружных установок.

В качестве расчетного варианта аварии для определения критериев пожарной опасности для горючих пылей следует выбирать наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в горении пылевоздушной смеси участвует наибольшее количество веществ или материалов, наиболее опасных в отношении последствий такого горения.

Количество поступивших веществ, которые могут образовывать горючие пылевоздушные смеси, определяется, исходя из предпосылки о том, что в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в окружающее пространство находившейся в аппарате пыли.

15. СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА.

Снижение количества горючих веществ и материалов, обращающихся в технологическом процессе, без ущерба для производства не только создает условия для предупреждения распространения пожаров, но и уменьшает вероятность его возникновения.

Существует три основных направления разработки решений по снижению количества горючих веществ в технологии производства на стадии проектирования:

Выбор метода производства основан на том, что один и тот же конечный продукт можно получить различными методами. Так, полистирол в промышленности получают

блочным, эмульсионным и суспензионным методами. Пожарная опасность этих методов отличается друг от друга и количеством веществ, обращающихся в технологических процессах, и их пожарной опасностью, поэтому наиболее широкое распространение получил суспензионный метод производства полистирола, который по этим показателям выгоднее отличается от других. Таким образом, при прочих равных условиях для проектной разработки принимают тот метод, при котором используется менее пожаровзрывоопасное сырье и расход его на единицу готового продукта меньше.

Разработка технологической схемы, производства предполагает: выполнение в соответствии с исходными данными материальных расчетов для определения вида, количества и размеров стандартного и нестандартного оборудования (предпочтение отдают аппаратам непрерывного действия), а следовательно, и количества обращающихся в них горючих веществ и материалов; исключение из схемы вспомогательных емкостных аппаратов, таких, как промежуточные емкости, напорные баки, емкостные мерники, рефлюксные емкости и другие, которые заменяют на автоматические регуляторы давления и расхода, автоматические питатели, счетчики-дозаторы непрерывного действия и т. п.; сокращение перечня разнородных огнеопасных жидкостей, используемых в производстве в качестве сорбентов, растворителей и т. п. (при этом появляется возможность уменьшения цеховых запасов каждого вида жидкости протяженности трубопроводов, числа насосов, задвижек и т.п.).

Выбор варианта размещения технологического оборудования, наряду с вопросами экономики, позволяет повысить уровень пожарной безопасности за счет снижения удельного количества горючих веществ в технологии производств. Это достигается преимущественным размещением технологического оборудования на открытых площадках (этажерках); использованием оптимальных схем трубопроводной обвязки отдельных аппаратов, установок и предприятия в целом, обеспечивающих минимальную общую длину трубопроводов, сокращение числа насосов (компрессоров), промежуточных емкостей, встречных потоков и т. п.; ограничением производственных площадей в зданиях и на открытых площадках в зависимости от категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности; изоляцией технологического оборудования в отдельных отсеках, помещениях, кабинках и т. п.; размещением наиболее опасного технологического оборудования (производства категории А, Б) на верхних этажах или по периметру здания на нижележащих этажах; компоновкой однотипного оборудования в виде блоков (например, на нефтеперерабатывающих установках ЭЛОУ-АВТ-6, ЛК-6У); устройством противопожарных разрывов между производственными зданиями, сооружениями, технологическими установками и отдельными аппаратами; установлением предельно допустимого количества огнеопасных веществ на производственной площади.

Снижение количества горючих веществ в период нормальной эксплуатации производства. При нормальной эксплуатации технологического оборудования в условиях производства может обращаться значительное количество горючих веществ и материалов в виде исходного сырья, полупродуктов (полуфабрикатов), готовых продуктов и отходов производства (за исключением производств с безотходной технологией). Для снижения количества горючих веществ в период нормальной эксплуатации производства применяют следующие решения пожарной безопасности режимного характера: защита производственных помещений от перегрузки горючими веществами, уменьшение количества горючих отходов, замена горючих веществ.

Защита производственных помещений от перегрузки веществами. В период нормальной эксплуатации производства для работы отдельного аппарата (станка) или установки необходимо иметь определенное количество исходного сырья в виде твердых горючих веществ, легко воспламеняющихся и горючих жидкостей и горючих газов, которые могут размещаться непосредственно в производственном цехе или на сырьевых складах предприятия. Горючие вещества в виде готовых продуктов (продукции) могут также накапливаться на конечных стадиях технологии производства, в цехе, в складских помещениях. Общее

количество накапливающихся горючих веществ и материалов зависит от производительности технологического оборудования и организации технологического процесса (автоматизации, механизации, технологической дисциплины). В каждом конкретном случае устанавливают предельно допустимую норму горючей нагрузки помещений путем ограничения количества изделий, одновременно находящихся в цехе (для крупногабаритных изделий), горючих веществ по площади (для штучной и фасованной продукции в таре), жидких и твердых веществ по объему или массе, а также исходя из производительности технологического оборудования или сменной потребности.

Уменьшение количества горючих отходов в производственных условиях достигается выбором метода переработки (обработки) веществ. Так, при механической обработке твердых веществ и материалов традиционными методами (строгание, резание, распиловка, фрезерование) уменьшение горючих отходов может быть достигнуто за счет рационального определения размеров и формы заготовок. Почти полное сокращение отходов достигается применением таких безотходных методов обработки, как штамповка, прессование, литье и т. п. Важным для сокращения количества горючих веществ в производственных помещениях является своевременное удаление горючих отходов от мест их образования в технологических процессах. Уборка отходов бывает периодической и непрерывной, ручной и механической. Наибольший эффект дают непрерывные механизированные способы удаления отходов. Среди них широкое распространение получили аспирационные системы местных отсосов, которые позволяют практически полностью исключить поступление в цех горючих отходов производства в виде паров, газов или пылей.

Замена горючих веществ на негорючие или менее горючие имеет большие возможности в обеспечении пожарной безопасности не только при проектировании, но и в период эксплуатации производства. Большой эффект дает вытеснение из производства наиболее пожароопасных горючих веществ, например, замена целлулоида менее горючими пластмассами, нитроцеллюлозной киноплёнки триацетил целлюлозой, лакокрасочных материалов и клеев на летучих растворителях на водорастворимые, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, применяемых в качестве растворителей при промывке и обезжиривании деталей, на негорючие технические моющие средства. Успешно осуществляется также разработка и внедрение трудновоспламеняемых и трудногорючих полимерных материалов (пластмасс, синтетических каучуков, химических волокон) путем введения в их состав галлоидопроизводных, фосфорпроизводных и других химических веществ и соединений с ингибирующими свойствами.

Снижение количества горючих веществ и материалов при авариях и пожарах на производстве. При аварии или пожаре на производстве для снижения опасности их распространения возникает необходимость в экстренной эвакуации горючих веществ из опасной зоны. Для этой цели на производстве создаются специальные системы, обеспечивающие аварийную эвакуацию огнеопасных веществ и материалов.

Аварийный слив жидкостей. Системы аварийного слива предусматриваются из емкостной аппаратуры, содержащей огнеопасные жидкости (сжиженные газы, легковоспламеняющиеся и горючие жидкости). Системы аварийного слива различают: по способу слива жидкости (самотеком, под избыточным давлением, перекачкой с помощью насоса), по приводу в действие (с ручным и автоматическим пуском), по схеме слива (простая схема — слив из одного аппарата и сложная — слив из группы аппаратов).

Аварийный слив осуществляют в специальные аварийные емкости или в емкости промежуточных и сырьевых (товарных) складов, в технологические аппараты (смежных отделений, установок и цехов данного производства). Объем аварийной емкости в большинстве случаев принимается из расчета полного слива жидкости из одного наибольшего по объему аппарата цеха (установки).

Аварийные емкости представляют собой закрытые аппараты, их обеспечивают дыхательными трубами, защищенными огнепреградителями. Для предупреждения резкого повышения давления при поступлении в аварийную емкость высоконагретого продукта

накапливающийся водяной конденсат систематически удаляют, для чего аварийную емкость устанавливают с небольшим уклоном в сторону сливного (дренажного) патрубка. Перед подачей высоконагретой жидкости аварийную емкость продувают инертной средой (водяным паром или инертным газом) для предупреждения возможного взрыва образующейся при сливе паровоздушной смеси. Аварийные емкости располагают за пределами здания на уровне земли или под землей. При подземном расположении емкость может размещаться на расстоянии не менее 1 м от глухой стены производственного здания и не менее 4—5 м от стены с проемами.

Трубопроводы, по которым осуществляется аварийный слив жидкости, прокладывают с уклоном в сторону аварийной емкости с минимальным числом поворотов. Их защищают гидравлическими затворами и оборудуют единственной по длине сливного трубопровода аварийной задвижкой на каждый опорожняемый аппарат. Аварийные задвижки при ручном пуске, как правило, устанавливают вне здания или на первом этаже у выхода из здания. При дистанционном (полуавтоматическом) пуске аварийные задвижки устанавливают непосредственно у опорожняемых аппаратов, а пусковые кнопки — у выхода из здания или вне здания. При автоматическом пуске датчики систем привода задвижек устанавливают в зоне наиболее вероятного возникновения пожара.

Одним из важнейших условий, обеспечивающих эффективность действия системы аварийного слива, является обеспечение допустимой продолжительности аварийного слива, которая устанавливается не более 30 мин в зависимости от предела огнестойкости несущих строительных конструкций и конструкций аппаратов и трубопроводов. Допустимая продолжительность аварийного слива включает в себя продолжительность опорожнения аппарата и продолжительность операций по приведению системы слива в действие. Учитывая возможность деформации незащищенных металлических несущих конструкций здания и технологического оборудования, допустимую продолжительность аварийного слива на практике чаще принимают не более 15 мин.

Если это условие обеспечить не удастся, то слив самотеком ускоряют. Для этой цели в опорожняемом аппарате над зеркалом жидкости создают избыточное давление инертной среды (азота, диоксида углерода и т. п.).

Аварийное стравливание горючих паров и газов. Необходимость в экстренной эвакуации из опасной зоны. При аварии или пожаре возникает и при эксплуатации аппаратов с горючими газами и перегретыми парами ЛВЖ и ГЖ. Процесс эвакуации на практике обеспечивается с помощью систем аварийного стравливания (выпуска) горючих паров и газов, которые по аналогии с системами аварийного слива огнеопасных жидкостей также должны удовлетворять по своему быстрдействию допустимой продолжительности аварийного стравливания. Аварийный сброс паров и газов осуществляется путем их выпуска под действием избыточного давления, которое образовалось к моменту открытия аварийной задвижки.

Привод задвижки может быть ручным или автоматическим. Однако в отличие от систем аварийного слива жидкостей стравливание паров и газов осуществляется не в аварийную емкость, а по спускному трубопроводу, через свечу в атмосферу. При этом окружающая среда может оказаться загазованной на значительной территории, что делает небезопасным с пожарной точки зрения процесс стравливания. Для предупреждения опасности образования горючей концентрации системы стравливания устраивают, как правило, самостоятельно для каждого аппарата; с помощью расчетов определяют безопасную высоту свечи; на выпускных линиях создают условия факельного выброса, при котором струя пара или газа поступает в атмосферу в развитом турбулентном режиме.

При необходимости аварийного выпуска горючих паров и газов одновременно из нескольких аппаратов большого объема сброс осуществляют в цеховые или общезаводские факельные системы для их сжигания.

Эвакуация твердых горючих материалов и огнеопасных веществ в переносной таре. Для предупреждения распространения пожара в производственных условиях (особенно на

складах и базах) возникает необходимость быстрой эвакуации твердых веществ и материалов в компактном или измельченном виде, а также огнеопасных веществ в переносной таре (газовых баллонов, аэрозольной упаковки для огнеопасных жидкостей и других сосудов для хранения горючих веществ). При этом особое внимание уделяется эвакуации сосудов со сжиженными, растворенными и сжатыми газами и огнеопасными жидкостями, для которых заранее должны быть определены безопасные места их складирования после выноса из опасной зоны.

Эвакуацию сыпучих горючих материалов осуществляют по самотечным линиям, ленточным транспортерам, нориям, пневмотранспорту и т. п. в специальные аварийные бункера или в другие аппараты, расположенные за пределами опасной зоны. Однако при выполнении этой операции может возникнуть опасность образования горючей пылевоздушной концентрации в опорожняемом (при обвалах сыпучего материала) и наполняемом аппаратах, а также в местах пересыпки с одного транспортера на другой. Поэтому для аварийной пересыпки измельченных горючих материалов целесообразно использовать герметичные системы транспорта (например, пневмотранспорт), а свободное пространство аппаратов, участвующих в пересыпке, предварительно заполнять инертным газом.

16. ЗАЩИТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОММУНИКАЦИЙ

К производственным коммуникациям относятся системы для прокладки технологических трубопроводов (наземные трубопроводные эстакады, подземные тоннели, траншеи), системы канализации, отдельные трубопроводы, воздухопроводы, лотки, каналы и т. п. Опасность распространения пламени по этим коммуникациям появляется тогда, когда в них создаются условия для образования горючей газо-, паро-, пылевоздушной концентрации; появляется равномерно распределенная по длине горючая нагрузка в виде отложений различных веществ и материалов; имеются горючие газы, а также жидкости, обладающие способностью к взрывному распаду без доступа воздуха под действием нагрева или сжатия.

Для предупреждения распространения пожара по производственным коммуникациям в технологических процессах применяют различные устройства: огнепреградители (сухие и жидкостные), затворы из твердых сыпучих материалов, огнепреграждающие задвижки (заслонки, шиберы), перемычки и засыпки, водяные и паровые завесы и т. д.

Сухие огнепреградители применяют для защиты трубопроводов без жидкой фазы, в которых в определенные периоды работы может образоваться горючая концентрация паров или газов с воздухом, а также для защиты линий с веществами, способными разлагаться под действием давления, температуры и других факторов. Сущность защитного действия сухих огнепреградителей заключается в гашении пламени в узких каналах, которое обусловлено ростом интенсивности теплопотерь по сравнению с тепловыделением в результате увеличения удельной поверхности фронта пламени. Когда скорость теплопотерь по сравнению со скоростью тепловыделения достигает критической величины, то температура горения, а значит и скорость химических реакций в зоне горения, уменьшаются настолько, что распространение горения (фронта пламени) по горючей смеси в узком канале становится невозможным. Именно такие условия и создаются в сухих огнепреградителях. Пламя, распространяясь по горючей смеси, входит в насадку огнепреградителя, состоящую из большого числа узких каналов, где оно разбивается на множество малых пламен, которые в узких каналах распространяться не могут.

Для расчленения живого (проходного) сечения защищаемого трубопровода на семейство узких каналов в огнепреградителях используют различные насадки в виде пучка трубок, сеток, гранул, колец, волокон (металлических, стеклянных, асбестовых) металлической керамики и т. п. Насадки располагают в корпусе огнепреградителя.

Диаметр корпуса огнепреградителя для уменьшения гидравлического сопротивления имеет увеличенный разпузырьки, в которых оказывается в расчлененном виде фронт пламени. Суммарная теплоотдающая поверхность пламени при этом увеличивается. В резуль-

тате так же, как и в сухих огнепреградителях, в зоне реакции создаются условия для превышения интенсивности потерь тепла над интенсивностью тепловыделения. Для паро-газовоздушных линий в качестве запирающей жидкости используют воду, а для жидкостных — транспортируемую жидкость.

Для повышения эффективности огнетушащего действия жидкостных огнепреградителей высоту запирающего слоя жидкости при нормальном давлении принимают от 10 до 50 см. Кроме того, для уменьшения размеров барботирующих пузырьков горючей смеси на срезе трубы погруженной в жидкость гидрозатвора, предусматривают специальные прорези.

Гидрозатворы широко применяют для защиты наполнительных линий аппаратов с нижней подачей жидкости сливных линий на сливноналивных эстакадах, переливных линий емкостных аппаратов, производственной канализации на предприятиях с ЛВЖ и ГЖ, лотков насосных помещений и т. п.

Для защиты газовых линий среднего и высокого давления применяют специальные гидрозатворы, которые в отличие от жидкостных огнепреградителей низкого давления имеют небольшое количество запирающей жидкости, снабжены обратным клапаном и предохранительной мембраной. Принцип работы таких гидрозатворов аналогичен.

Жидкостные огнепреградители по исполнению и комплектности должны строго соответствовать техническим условиям на их изготовление. При использовании в качестве запирающей жидкости воды огнепреградители целесообразно располагать в отапливаемых помещениях. При отсутствии такой возможности в воду вносят добавки, понижающие температуру ее замерзания (этилен-гликоль, глицерин и т.п.).

Затворы из измельченных материалов применяются для защиты коммуникаций, в которых возможно распространение горения по поверхности сыпучего материала. К таким коммуникациям относятся системы транспорта измельченных материалов (самотечные трубы, шнеки и т. п.). Для создания сплошного по всему проходному сечению трубопровода затвора в виде пробки из транспортируемого измельченного материала применяются различные устройства, например, шнековые питатели аппаратов, механизированные дозаторы системы подачи топлива на сжигание и т. п., которые устанавливают обычно в конце транспортной системы на самотечной линии бункера циклона. Для создания пробки из сыпучего материала на валу винта шнекового питателя снимают несколько витков в непосредственной близости от выгрузочного патрубка. Сухая пробка из сыпучего материала в самотечной линии системы подачи топлива на сжигание создается с помощью крыльчатки дозатора и прижимных заслонок.

Вместо названных устройств могут быть использованы также шлюзовые затворы бункеров.

Огнезадерживающие заслонки или пламеотсекатели применяются для защиты трубопроводов от распространения горения по отложениям различных горючих веществ: лакокрасочных материалов, пылей, волокон, жидких конденсатных пленок, твердых пористых продуктов термического распада и т. п. Характерной особенностью в гашении пламени с помощью огнезадерживающих заслонок является тот факт, что еще до подхода пламени они полностью перекрывают живое сечение воздуховода, создавая препятствие на пути движения пламени. При срабатывании заслонки одновременно происходит остановка движения транспортного потока. Поэтому поступление необходимого для горения количества воздуха и унос дымовых продуктов сгорания нарушается, что способствует гашению пламени за счет флегматизации дымовыми продуктами сгорания. Однако в воздуховодах большого сечения в результате естественной конвекции (обратной тяги) могут создаваться условия притока свежего воздуха и встречного удаления дымовых газов. При этих условиях горение отложений может продолжаться до полного их выгорания по длине воздуховода до заслонки. Поэтому огнезадерживающие заслонки должны обладать достаточным пределом огнестойкости, для чего их делают многослойными из различных материалов.

Важным требованием, определяющим эффективность защитного действия пламеотсекателей, является их быстродействие: они должны успеть надежно перекрыть трубопровод еще до подхода пламени. Для этой цели их обеспечивают малоинерционным автоматическим приводом, состоящим из датчика и исполнительного органа. В качестве датчиков используют фоторезисторы, термисторы, легкоплавкие замки, синтетические нити и т. п. Исполнительные органы могут быть электрического, пневматического или гидравлического действия. В отдельных случаях, наряду с автоматическими задвижками, могут применяться задвижки с ручным приводом. Например, в технологических процессах закалки стальных изделий в масле, битумирования чугунных труб и других, где вероятность вспышки применяемых веществ полностью не исключена, в системах местных отсосов от ванн, наряду с огнезадерживающей задвижкой с автоматическим приводом, целесообразно установить задвижку ручного действия или с дистанционным пуском. Такой задвижкой можно воспользоваться, например, для предотвращения проскока пламени из горячей ванны в отсасывающую систему, где имеются горючие отложения.

17. ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.

Защита аппаратов от распространения пожара осуществляется по двум основным направлениям: от растекания при аварийном истечении огнеопасных жидкостей и от разрушения при взрыве.

Защита от растекания. Локализация аварии и пожара в технологических процессах с применением огнеопасных жидкостей зависит от решения по предупреждению аварийного истечения огнеопасных жидкостей из поврежденного технологического оборудования и по предупреждению растекания излившейся части жидкости.

Предупреждение или уменьшение аварийного истечения жидкостей из поврежденных аппаратов и трубопроводов обеспечивается установкой в определенных точках технологической схемы необходимого количества устройств, с помощью которых можно оперативно прекратить или уменьшить выход горючих веществ наружу.

Чаще всего для этой цели используют запорные задвижки ручного действия или с дистанционным пуском, с автоматическим приводом, а также другие специальные устройства (скоростные отсекатели потока, обратные клапаны, мембранные клапаны и т.п.). Введение в действие этих устройств часто блокируют с автоматическим отключением перекачивающих насосов.

Предупреждение растекания излившейся жидкости обеспечивают устройством на пути ее движения различных преград (обвалований, стенок, бортиков, порогов, лотков и т. п.). Обвалование устраивают вокруг отдельно стоящих наземных или полуподземных резервуаров или группы резервуаров, а также электродегидраторов, отстойников и других аппаратов емкостного типа с ЛВЖ и ГЖ или сжиженными газами. Его устраивают в виде сплошного земляного вала с расчетной высотой и шириной или сплошной стенки из негорючих материалов.

Защита аппаратов от разрушения при взрыве. При взрывном разрушении аппаратов внезапно создаются условия для быстрого распространения пожара в результате разбрасывания содержимого аппарата (огнеопасных жидкостей, сыпучих материалов) на большое расстояние в производственном цехе или на открытой площадке, осколочного повреждения соседнего технологического оборудования, разрушающего действия ударной волны. Разрушение аппаратов при взрыве опасно для жизни людей. В связи с этим возникает острая необходимость в создании решений пожарной безопасности, направленных на защиту аппаратов от разрушения при взрыве.

Разрушающим при взрыве является быстронарастающее давление внутри аппарата. Скорость нарастания и величина давления при взрыве зависят от химических свойств горючей смеси, концентрации горючего компонента в смеси, суммарного количества сгоревшего вещества при взрыве, начальной температуры и давления исходной горючей смеси.

Так, при взрывном сгорании (без детонации) газо- и паровоздушных смесей давление в сосудах может увеличиться по сравнению с начальным в 8—10 раз, а при сгорании пылевоздушных смесей — в 4—6 раз.

Защиту аппаратов от разрушения при взрыве осуществляют путем создания условий для своевременного стравливания из них образующихся продуктов сгорания. Для этой цели не могут быть использованы предохранительные клапаны, которые эффективны для защиты аппаратов от избыточного давления, образующегося при нарушениях технологического процесса производства (кроме взрыва). Причина этого кроется в значительной разнице скоростей приращения давления при нарушении режима работы аппаратов и взрыве. Предохранительные клапаны имеют недопустимо большую инерционность срабатывания и малое для стравливания продуктов взрыва живое сечение. В связи с этим для того, чтобы в аппарате, где произошел взрыв, не образовалось давление выше пробного, аппарат защищают взрывными предохранительными клапанами мембранного типа (взрывными мембранами) или в виде шарнирно-откидных дверец. Наиболее широкое распространение в технологии получили взрывные мембраны. Ими, в частности, защищают центробежные распылительные сушилки (производство сухого молока, кормовых дрожжей), ацетиленовые генераторы и ацетиленопроводы (производство ацетилена), ксантаппараты (производство вискозного волокна), магистральные линии рекуперационных станций, электрические и рукавные фильтры пылеулавливающих систем и другие аппараты. По характеру разрушения различают разрывные, срезные, ломающиеся, хлопающие, выщелкивающиеся и отрывные взрывные мембраны.

Разрывные мембраны при срабатывании разрываются, поэтому их чаще изготавливают в виде тонкой пластины, плоской или вогнутой, из пластичных металлов (алюминия, никеля, меди, латуни или других).

Срезные мембраны отличаются механизмом разрушения. Они не разрываются, а срезаются по периметру острой кромки прижимного кольца. Изготавливают их также из мягких материалов.

Лломающиеся мембраны при срабатывании ломаются и поэтому они выполняются из хрупких материалов (чугуна, графита, стекла и т.п.). Они чувствительно реагируют на нагрузки динамического характера являются малоинерционными.

Хлопающие мембраны имеют форму сферического купола, выпуклая сторона которого обращена к зоне повышенного давления (внутри защищаемого аппарата) при повышении давления сверх критического сферический купол мембраны теряет устойчивость и выворачивается в обратную сторону.

Выщелкивающиеся мембраны применяют в тех случаях, когда разрывные и срезные мембраны из-за малой их толщины допускают ложные срабатывания. Выщелкивающиеся мембраны чаще изготавливают из пластмасс, они имеют выпуклую форму, их крепят в специальном гнезде (кольцевой выточке) с помощью мягкого припоя или замазки. При срабатывании выщелкивающиеся мембраны выбиваются из гнезда, полностью освобождая живое сечение стравливающего патрубка. После срабатывания выщелкивающиеся мембраны вновь могут быть использованы (они многоразового действия).

Отрывные мембраны применяют для защиты аппаратов с большим рабочим давлением. Ими, например, защищены змеевиковые реакторы ($P_{раб} = 150—200$ МПа, 1500—2000 атм) производства полиэтилена методом высокого давления, колонны синтеза ($P_{раб} = 20$ МПа, 200 атм) производства карбамида из аммиака и т. п. Такие мембраны чаще всего имеют вид колпачка, отлитого заодно с фланцами для крепления и имеют ослабленное сечение, по которому и происходит ее отрыв при срабатывании.

Взрывные клапаны с шарнирно-откидными дверцами применяют для защиты трубчатых печей, топков котлов, газогенераторов и других аппаратов. В исходном положении дверца клапана закрыта. Герметичность ее обеспечивается прижатием под действием соб-

ственного веса и противовеса. При нарастании взрывного давления в аппарате дверца клапана откидывается на шарнире и, выпустив избыточное давление, вновь закрывает выпускное отверстие.

Основные размеры взрывных мембран (диаметр и толщина), общую их площадь и количество определяют расчетом.

Мембранные клапаны, как правило, размещают у аппаратов — в верхней части, у трубопроводов и воздухопроводов — на поворотах, в тупиках. Место установки должно учитывать безопасность людей и пожарную безопасность: стравливаемые высоконагретые продукты взрыва должны быть направлены в сторону от людей и горючих веществ. Материал мембран подбирают не только с учетом характера изменения нагрузок на мембрану, но и химической активности среды в защищаемом аппарате или трубопроводе. Аппараты после срабатывания взрывных мембран немедленно останавливают, все трубопроводы перекрывают. Пуск их в работу разрешается только после выяснения и устранения причин, вызывающих срабатывание мембран, и замены разрушенных мембран.

18. ПОВРЕЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Под механическими воздействиями обычно понимают такие воздействия, которые возникают в результате превышения расчетных нагрузок на оборудование при сохранении его расчетной прочности.

Различают три вида механических воздействий на материал стенок аппаратов и трубопроводов:

- А) образование повышенного или пониженного давления;
- Б) воздействие динамических нагрузок;
- В) эрозионный износ.

Изменение давления вызывается:

- нарушением материального баланса;
- нарушением теплового баланса;
- нарушением процессов конденсации;
- попаданием легкокипящих жидкостей в объем высоконагретых аппаратов;
- нарушением протекания экзотермических химических процессов

В установившемся процессе вводимые в систему потоки веществ, составляющие приходные статьи баланса, должны равняться потокам веществ, выводимым из системы, которые составляют расходные статьи баланса в этом случае в аппарате сохраняется нормальное (рабочее) установленное для этого аппарата давление.

Наиболее характерным механическим воздействием является чрезмерное внутреннее давление, возникающее в аппарате при переполнении технологического оборудования жидкостями или газами. Такое явление может иметь место на производстве при нарушении технологического режима, при недостаточном контроле за технологическим процессом, при неисправности контрольно-измерительных приборов и защитной автоматики.

Характерным примером является авария и пожар резервуара с бензином емкостью 700 м³ на нефтебазе. Вновь построенный резервуар со сферической кровлей, рассчитанный на рабочее давление 2000 мм. вод. ст. (19620 Па), без измерителя уровня жидкости и с дефектами сварки ввели в эксплуатацию. Вскоре резервуар был переполнен бензином. От повышенного давления резервуар разрушился и вышедший наружу бензин воспламенился. Обвалование резервуара было неисправно, поэтому горящий бензин беспрепятственно растекался по склону территории. Огнем была охвачена большая площадь, хозяйственные постройки и часть жилых домов.

19. МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЕРЕПОЛНЕНИЯ АППАРАТОВ

Для предотвращения переполнения технологического оборудования жидкостями и газами предусматриваются:

- счетчики количества поступающих в оборудование жидкостей и газов;
- пожаробезопасные уровнемеры, манометры.
- автоматические системы прекращения подачи продуктов, отключающие насосы, компрессоры и питающие линии;
- сигнализаторы предельного верхнего уровня жидкости (для сжиженных газов);
- системы сигнализации и связи между наполняемыми аппаратами и операторными, насосными, компрессорными;
- переливные трубы...

Подключение аппаратов с разным рабочим давлением друг к другу. Если аппарат работает под давлением, меньшим, чем давление питающего его источника, то на линии подключения аппарата к источнику давления должны быть, кроме запорной задвижки, автоматическое редуцирующее приспособление с манометром и предохранительный клапан на стороне меньшего давления. Запорная задвижка должна находиться между аппаратом и редуцирующим устройством, вблизи аппарата. При небольшом перепаде давления оба подключенных друг к другу аппарата следует рассчитывать на наибольшее давление.

Опасны подключения систем, работающих при высоком давлении, к системам, работающим при более низком давлении.

Чрезмерное внутреннее давление в аппарате может возникнуть в результате нарушения материального баланса в оборудовании. Нарушение материального баланса происходит и при несоответствии производительности насосов и компрессоров расходу продукта, при увеличении сопротивления в расходных и дыхательных линиях, а также в силу некоторых других причин.

Чрезмерное внутреннее давление создается в аппарате при несоответствии между подачей в него веществ и их расходом. Жидкости и газы подаются в аппараты к емкости обычно насосами и компрессорами. Их подбирают с таким расчетом, чтобы обеспечить подачу определенного объема веществ. Всякое изменение в расходе должно сопровождаться изменением производительности насоса (компрессора). Если насос (компрессор) будет работать с той же производительностью, а расход снижен, возникает повышенное давление в аппарате. Чтобы избежать этого за насосом (компрессором) устанавливают на линии манометры или автоматические регуляторы давления.

Чрезмерное внутреннее давление в аппарате (трубопроводе) создается при наличии в нем отложений и пробок. На стенках аппаратов (трубопроводов) могут иметь место отложения солей, кокса, полимеров, кристаллогидратов и просто грязи.

Для предупреждения образования пробок в линиях производят очистку веществ от взвешенных твердых частиц и солей, не допускают образования отложений кокса, полимеров, льда, кристаллогидратов.

Очистку жидкостей от взвешенных твердых частиц производят путем отстаивания и фильтрации.

Очистку от солей — химическим способом (щелочью или кислотой), а также токами высокого напряжения на электрообессоливающих установках (ЭЛОУ).

Во избежание образования и отложения кокса строго соблюдают установленный температурный режим при нагреве органических жидкостей.

Образование полимерных отложений предупреждают путем:

- добавки в продукт ингибиторов,
- снижения температурного режима,
- ликвидации застойных участков,
- и, наконец, путем изготовления аппаратов из материалов, тормозящих процесс полимеризации.

Образование ледяных и кристаллогидратных пробок предупреждают:

- осушкой исходных веществ от влаги (хлористым алюминием и кальцием, силикагелем, вымораживанием и т. п.),
- повышением температуры в тех местах аппаратов и трубопроводов, где наиболее вероятно отложение кристаллогидратов,
- введением в вещество специальных добавок, растворяющих кристаллогидраты (метилового или этилового спирта).

Аппараты и трубопроводы, расположенные на открытых площадках и в неотапливаемых помещениях, защищают теплоизоляцией, прокладывают параллельно трубам паровые спутники.

Трубопроводы и аппараты очищают от отложений механическими и химическими способами в установленные инструкцией сроки.

Повышение давления в газовых линиях происходит из-за попадания в них жидкости (газового дистиллята, водяного конденсата), образующей пробки в коленах, изгибах и наиболее низких участках. Жидкие пробки в линии вызывают гидравлические удары и временное прекращение подачи газа к месту потребления. Во избежание конденсации паров газовые линии защищают теплоизоляцией, а в наиболее низких участках газопровода (и в других местах возможного скопления жидкости) ставят сборники конденсата. Для сглаживания неравномерности газопотребления и улавливания находящегося в газе конденсата перед компрессорами устанавливают буферные емкости, а перед аппаратами — продувочные приспособления для спуска конденсата.

В мерниках, резервуарах и других «дышащих» (связанных с атмосферой) емкостных аппаратах повышенное давление может образоваться из-за отсутствия условий своевременного удаления вытесняемой паровоздушной смеси (при наполнении аппарата жидкостью). Это чаще всего происходит при загрязнении или обледенении огнепреградителя, когда пропускная способность дыхательной системы не соответствует скорости налива. Те же причины могут привести и к образованию вакуума при опорожнении резервуара, вызвав смятие его корпуса. Пропускная способность дыхательных линий и установленных на них дыхательных клапанов должна соответствовать скорости закачки жидкости в резервуар. При этом следует учитывать выделение из жидкости растворенных газов, особенно при закачке нестабильных нефтей и бензинов.

Чрезмерное внутреннее давление в аппарате (трубопроводе) возникает в результате нарушения температурного режима работы. Температурный режим может быть нарушен из-за перегрева жидкостей и газов, находящихся в этих аппаратах. Перегрев же может произойти при отсутствии или неисправности контрольно-измерительных приборов, недосмотре обслуживающего персонала, воздействии высоконагретых соседних аппаратов, в результате повышения температуры окружающей среды. При этом давление в аппаратах возрастает за счет объемного расширения веществ и увеличения упругости их паров и газов.

В герметичном аппарате с газами или перегретыми парами давление увеличивается прямо пропорционально возрастанию их температуры. В аппаратах, баллонах и трубопроводах со сжатыми газами опасное повышение давления возможно лишь при значительном повышении температуры.

В герметичных аппаратах и емкостях, нормально заполненных жидкостями, над жидкостями имеется паровое пространство определенного объема. Давление определяется упругостью насыщенных паров жидкости P_s при данной температуре. С ростом температуры до значений, не превышающих температуры кипения жидкости, давление в таких аппаратах также повышается.

Особую опасность представляют герметичные емкости и трубопроводы, сплошь заполненные жидкостью или сжиженным газом без оставления парового пространства. Так как жидкости практически несжимаемы, нагревание их даже до невысоких температур вызывает очень большие внутренние давления, приводящие к повреждениям и разрыву стенок. На практике имеется немало случаев, когда неправильное заполнение бочек и цистерн

жидкостями, а также емкостей и баллонов сжиженными газами при последующем нагревании заканчивалось авариями.

Характерными в этом отношении являются аварии, связанные с разрывами стенок сферических резервуаров с жидким газом на нефтеперерабатывающих заводах (из-за суточных изменений температуры окружающей среды).

При нормальном заполнении аппарата жидкостью газовое или паровое пространство должно быть достаточным, чтобы выполнить роль компенсатора, то есть роль газового колпака, и устранить опасность образования чрезмерно больших давлений при повышении температуры. Однако неполное заполнение аппаратов и баллонов уменьшает их полезную емкость, снижает коэффициент использования внутреннего объема, удорожает эксплуатацию. Для создания оптимальных условий безопасности и экономичности следует определить максимально возможную степень заполнения емкостей жидкостью или сжиженным газом.

Динамические нагрузки вызывают образование внутренних напряжений в конструкциях аппарата значительно выше тех, которые могут возникнуть от статических нагрузок. При расчете аппаратов и трубопроводов необходимо учитывать возможность действия динамических нагрузок.

Динамические нагрузки проявляют себя:

При резких изменениях величины давления в аппаратах. Поэтому в периоды пуска и остановки аппаратов, в периоды перехода с одного режима давления на другой следует обеспечить плавность изменения давления, предусмотренную инструкцией.

При гидравлических ударах, связанных с резким торможением движущегося потока жидкости или газа. Для предотвращения возможности возникновения гидравлического удара на трубопроводах устанавливают медленно закрывающиеся задвижки, воздушные колпаки и предохранительные клапаны, автоматически открывающиеся при повышении давления выше нормального.

В результате вибраций, возникающих от действия внутренних и внешних возмущающих сил, от случайных ударов движущимся транспортом, при падении грузов и т. п. Меры борьбы с вибрацией — уменьшение пульсации при работе насосов (замена поршневых насосов центробежными, установка воздушных колпаков и т. п.), устройство под вибрирующими агрегатами массивных фундаментов, использование эластичных прокладок, пружин и тому подобных устройств, а также прочное крепление аппаратов (трубопроводов).

Внешние воздействия.

К механическим повреждениям технологического оборудования следует отнести повреждения от неосторожной работы внутрицехового транспорта, ударов падающими грузами, ударного действия осколков при авариях соседних аппаратов и т. п. Внутрицеховые и межцеховые транспортные коммуникации должны проходить как можно дальше от технологических аппаратов и трубопроводов. Для предотвращения повреждения оборудования устраивают защитные ограждения, ограничивают скорость движения транспорта, грузоподъемных машин и механизмов; трубопроводы прокладывают в закрытых траншеях или на эстакадах; ограничивают зоны проезда транспорта бардюрным камнем или разметкой; газовые линии прокладывают над мостовыми кранами, тельферами и другими средствами перемещения грузов.

Для защиты от создавшегося чрезмерного внутреннего давления в аппарате (трубопроводе) используют предохранительные и мембранные клапаны, область применения которых приводится в правилах устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

20. ЭРОЗИЯ МАТЕРИАЛА АППАРАТА

Механический износ материала движущейся средой называется эрозией.

Опасные внутренние напряжения в конструкции могут возникнуть даже при нормальных рабочих нагрузках, если в результате механического воздействия обрабатываемой среды будет уменьшаться толщина материала стенки аппарата или трубопровода.

Мероприятия по снижению эрозии материала:

- подбирают устойчивый к данному виду эрозии материал (молибденовые стали);
- уменьшают шероховатость поверхности;
- снижают турбулентность потока, уменьшают количество поворотов, делают их более плавными;
- не допускают прямого удара эрозийной струи в стенку аппарата, применяя отражатели, рассекатели струй;
- очищают газы и жидкости от твердых примесей;
- не допускают работу гидравлических машин в режиме кавитации;
- ведут систематический контроль за износом материала.

21. ПОВРЕЖДЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Повреждение технологического производственного оборудования может произойти в результате образования не предусмотренных расчетом температурных перенапряжений в материале стенок аппаратов и трубопроводов, а также в результате ухудшения механических характеристик металлов при низких или высоких температурах.

Температурные перенапряжения в материале, из которого изготовлены аппараты и трубопроводы, наступают тогда, когда есть препятствия линейному изменению отдельных элементов (узлов) или конструкции в целом.

Если аппарат (трубопровод) при изменении температуры свободно меняет свои размеры, то повреждения не произойдет.

Температурные напряжения наблюдаются:

- при жестком креплении трубопроводов,
- при наличии в аппаратах биметаллических конструкции или конструктивных элементов, находящихся под воздействием неодинаковых температур,
- в толстостенных конструкциях
- при местных изменениях температур в материале аппарата.

Высокое температурное напряжение в материале труб, если не принять мер к его устранению, может разрушить трубопровод, арматуру, опоры и нанести повреждение оборудованию (насосам, фильтрам и т. п.) и резервуарам.

Мероприятия по предотвращению разрушения от температурных напряжений:

Разгрузка трубопроводов от температурных напряжений осуществляется установкой температурных компенсаторов. Компенсаторы применяют линзовые, гнутые (Π-образные, лирообразные и др.) и сальниковые.

В толстостенных аппаратах, работающих при повышенной или пониженной температурах, степень нагретости внутренней и наружной поверхностей стенки различна. Температурный перепад по толщине стенки, как и неодинаковый нагрев отдельных участков, особенно при резком изменении рабочих температур, может вызвать опасные по величине температурные напряжения. По этой причине неоднократно происходили повреждения аппаратов и серьезные аварии.

При поверочных расчетах толстостенных конструкций температуру наружной и внутренней поверхностей стенки принимают исходя из максимально возможного перепада температур как в процессе работы, так и в периоды пуска и остановки аппарата.

Для предупреждения аварий толстостенных аппаратов от температурных воздействий, строго поддерживают заданный температурный режим работы, используют автоматические регуляторы температуры, устанавливают регистрирующие приборы с сигнальными устройствами для замера температуры стенок корпуса, производят охлаждение внутренней поверхности стенок аппарата путем пропускания холодного циркуляционного газа. При повышении температуры наружной или внутренней поверхностей стенок аппарата

сверх установленной величины автоматически снижают давление и температурный режим аппарата, принимают меры к остановке всего технологического процесса.

Для уменьшения разности температур между внутренней и наружной поверхностями стенок аппарата и снижения влияния температуры внешней среды наружные поверхности толстостенных аппаратов и трубопроводов защищают теплоизоляцией. Во избежание температурных перенапряжений следует очень медленно нагревать и охлаждать толстостенные аппараты в период их пуска и остановки, не допускать нарушения установленного темпа изменения температуры во времени.

Длительное воздействие высоких температур на материал, из которого изготовлены технологические аппараты, приводит к появлению медленных пластических деформаций в этих аппаратах даже в тех случаях, когда напряжение от рабочих нагрузок не превышает предела текучести (при данной температуре). Такое явление носит название ползучести (крипа). Особенно существенные изменения в условиях длительной работы под нагрузкой при высокой температуре претерпевают углеродистые стали. Легированные и жаропрочные стали при действии высоких температур изменяют свои механические свойства незначительно.

Воздействие высоких температур на материал аппаратов возникает при окислении и загрязнении их теплообменной поверхности, при снижении в них уровня жидкости, в результате повреждения защитной футеровки. Подобные явления называют прогаром стенок.

Повреждение технологического оборудования может наступить в результате воздействия не только высоких, но и низких температур. При низких температурах работают холодильные установки (аммиачные, пропановые и др.), установки газодифракционирования (при температуре минус 30°C и ниже); установки по производству жидкого воздуха, кислорода и азота (при температуре минус 180°C и ниже), а также установки, находящиеся на открытых площадках в районах Урала, Сибири и Крайнего Севера. В этих условиях эксплуатации оборудования возникает опасное явление хладоломкости стали, связанное с падением ударной вязкости.

Ударная вязкость углеродистых сталей резко (скачкообразно) падает при снижении температуры. Потеря ударной вязкости может привести к образованию трещин, а иногда к полному разрушению аппаратов из этих сталей даже при действии нормальных рабочих нагрузок.

С увеличением количества углерода и фосфора в стали хрупкость ее увеличивается. Анализ происшедших повреждений аппаратов показал, что почти во всех случаях имело место сочетание нескольких причин: хрупкость металла при низких температурах, жесткость конструкций (особенно сварных), значительные внутренние перенапряжения в отдельных узлах, появляющиеся под влиянием дополнительных факторов — перепада температуры, действия ветра, динамичности нагрузок и т. п.

При эксплуатации технологических аппаратов в условиях низких температур чаще всего наблюдаются случаи повреждения резервуаров и емкостей с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, а также со сжиженными газами, причем почти все случаи полного разрушения аппаратов происходят по одной и той же схеме: разрушается наиболее нагруженный конструктивный элемент — корпус резервуара, заполненный продуктом. Разрушается он по ломаной линии на полную высоту стенки, а затем в результате радиального усилия, связанного с выливанием большого количества жидкости, корпус отрывается от днища и отбрасывается в сторону. Одновременно крыша резервуара обрушивается на днище, которое обычно остается на месте или немного сдвигается в сторону.

Кроме случаев полного разрушения стенок резервуара часто наблюдаются случаи образования трещин, нарушающих герметичность и создающих опасность дальнейшей эксплуатации резервуаров. Трещины в резервуарах появляются, как правило, в наиболее холодные месяцы года.

Аппараты и трубопроводы, работающие в условиях низких температур, чувствительны к различного рода динамическим воздействиям (ударам, сотрясениям и т. п.).

Для аппаратов, резервуаров, трубопроводов, выполненных из сталей с пониженной ударной вязкостью и эксплуатирующихся в районах с низкой температурой воздуха, принимают ряд дополнительных мер защиты. Так, наружные емкости, со сжиженными газами, выполненные из кипящей мартеновской стали, защищают теплоизоляцией и оборудуют внутренними змеевиками для обогрева их в зимнее время циркулирующим керосином. Температура стенки в самое холодное время не бывает в таких случаях ниже минус 5 °С. Для резервуаров с ЛВЖ и ГЖ, выполненных из стали с пониженной ударной вязкостью, в зимний период устанавливают меньшую степень заполнения, реже осуществляют операции слива и налива, принимают меры к утеплению наиболее нагруженных нижних поясов.

22. ПОВРЕЖДЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ХИМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Обращающиеся в технологическом процессе вещества и окружающая среда вступают в химическое взаимодействие с материалом, из которого изготовлено технологическое оборудование, вызывая его разрушение. Разрушение материала в результате взаимодействия с соприкасающейся с ним средой называется коррозией.

Явление коррозии чаще всего наблюдается в производствах, связанных с использованием азотной, серной, соляной кислот, уксусной кислоты и уксусного альдегида, в процессах добычи, хранения и переработки сернистых нефтей, в процессах электролиза, во время обработки жидкостей и газов, в состав которых входят галоидоводороды, кислоты, щелочи, хлористые и сернистые соли. Значительной коррозии подвержены теплообменные поверхности, омываемые пламенем, подземные и подводные части аппаратов и трубопроводов, а также аппараты и трубопроводы, находящиеся во влажной среде.

Разрушающему действию коррозии наиболее подвержены слабые места производственного оборудования: швы, разъёмные соединения, прокладки, места изгибов и поворотов труб.

Коррозионную стойкость металлов оценивают в соответствии с ГОСТ 13819—68 «Коррозионная стойкость металлов» по десятибалльной системе.

Коррозия причиняет народному хозяйству значительный ущерб, поэтому защита от нее имеет огромное значение.

Различают три вида коррозии:

1. Химическая коррозия – протекает в среде жидких неэлектролитов или газов, нагретых до высоких температур. Сюда относится -

- а. кислородная,
- б. серная и сероводородная,
- в. водородная коррозия.

2. Электрохимическая коррозия – протекает в среде электролита, в котором происходит растворение металла.

3. Биохимическая коррозия - воздействие на металл микроорганизмов

Мероприятия по снижению воздействия коррозии

Исходя из основных закономерностей коррозионных процессов используют следующие направления борьбы с ней: применение коррозионно-устойчивых металлов; изоляция металлов от агрессивной среды защитными покрытиями; уменьшение коррозионной активности среды; использование неметаллических химически стойких материалов; катодная и протекторная защита.

Применение коррозионно-устойчивых металлов. В ряде случаев необходимая коррозионная стойкость металлических конструкций достигается использованием стойкого в данной коррозионной среде и при данных условиях материала {бронза — в растворах солей, титан — в растворах уксусной кислоты любых концентраций до плюс 165 °С); нержавеющие хромоникелевые стали — в окислительных средах; алюминий — в 40% -ной муравьиной кислоте (до плюс 20 °С) и т. п.

Рациональный выбор материала может быть сделан на основании справочных данных или специально поставленных экспериментов. С целью экономии высоколегированных нержавеющих сталей широко применяют биметалл — двухслойный материал, состоящий из двух различных металлов. Основной (толстый) слой воспринимает нагрузку. Тонкий (защитный или плакирующий) слой предохраняет основной слой от коррозионного действия среды.

Улучшение коррозионной стойкости стали в ряде случаев достигается за счет повышения однородности структуры соответствующей термической обработкой, устранением мест концентрации внутренних напряжений и деформаций или тонкой механической обработкой поверхности (шлифованием, полированием).

Изоляция металла от агрессивной среды защитными покрытиями используется в технологическом процессе наиболее часто. Металл покрывают лаками, нитрокрасками, масляными, глифталевыми и полихлорвиниловыми красками. От почвенной коррозии сооружения и трубопроводы защищают битумо-пековыми обмазками.

Защиту поверхностей от коррозии осуществляют также путем нанесения тонких металлических пленок (никелированием, лужением, хромированием, серебрением, золочением) и при помощи футеровки—внутренней облицовки аппаратов химически стойкими материалами: керамической плиткой, графитом, свинцом, алюминием, пластическими массами, резиной, эбонитом, торкрет-бетоном и т. г. Основной недостаток футеровки заключается в наличии швов, стыков и мест крепления, которые наиболее часто повреждаются..

Уменьшение коррозионной активности среды осуществляют» путем очистки обрабатываемых веществ от агрессивных примесей а также введением замедлителей коррозии — ингибиторов.

Очистку от агрессивных примесей осуществляют путем отстаивания, фильтрации, химическим путем, а также при помощи абсорбции и адсорбции. Все эти способы требуют применения специальных установок и затрат значительного количества энергии. В качестве ингибиторов экономически выгодно применять органические или неорганические соединения, например, уротропин, декстрин, хроматы, нитраты, фосфаты металлов, образующие на поверхности металла различного вида защитные пленки.

Содержание ингибитора в обрабатываемых веществах обычно не превышает 0,01... 1%. Уменьшения почвенной коррозии можно добиться путем снижения ее влажности осушкой, засыпкой мест установки аппаратов и прокладки трубопроводов битуминозными землями.

Применение неметаллических химически стойких материалов нашло широкое распространение. Используются пластические массы, искусственные смолы и резины, полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, капрон, фторопласты, эбонит, сложные пластики и другие природные неорганические материалы (гранит, базальт), а также искусственно получаемые силикатные материалы (фарфор, стекло, ситалл, керамика, цемент). Неметаллические материалы применяют не только для футеровки металлических аппаратов, но и для изготовления корпусов аппаратов, труб, насосов, отдельных узлов и деталей технологических установок.

Установки катодной и протекторной защиты от электрохимической коррозии предназначены для подавления анодных участков на защищаемом сооружении. Эти установки позволяют создать разность потенциалов между защищаемым сооружением и грунтом, при которой все сооружение становится катодом. Для возникновения разности потенциалов отрицательный полюс источника постоянного тока соединяют с защищаемым сооружением, а положительный полюс через электроды-заземлители (анодное заземление) соединяют с грунтом. Таким образом, вся поверхность металлического подземного сооружения становится катодом и предохраняется от коррозионного разрушения.

Активному разрушению подвергается анодное заземление, которое обычно выполняют из металлолома (старых труб, рельсов). Для установки катодной защиты используют источники постоянного тока напряжением 6—12 В, обеспечивающие плотность защитного

тока от 2 до 20 мА на 1 м² защищаемой поверхности. При хорошей битумной изоляции поверхности защищаемого участка одна катодная установка может защитить трубопровод протяженностью от 10 до 20 км или 5... 10 резервуаров емкостью 5000-10000 м³ каждый. Благодаря высокой эффективности катодная защита находит все более широкое применение. Магистральные газопроводы и нефтепроводы большой протяженности без катодной защиты в эксплуатацию не вводятся. Срок службы трубопровода, имеющего катодную защиту, увеличивается на 20 и более лет.

Протекторную защиту выполняют при помощи присоединения к защищаемому сооружению гальванических анодов — протекторов, электрохимический потенциал которых ниже, чем у защищаемого сооружения. Протекторная защита не требует источников тока.

23. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СИСТЕМЫ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ПОМЕЩЕНИЙ И ЗДАНИЙ ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ И ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ.

Согласно НПБ 105-03 все помещения производственного и складского назначения по взрывопожарной и пожарной опасности классифицируются на взрывопожароопасные, которые подразделяются на категории А и Б; пожароопасные, в которые входят категории В1 - В4; не пожароопасные категории Г и Д.

Производственные и складские здания подразделяются на категории: А, Б, В, Г и Д.

При определении категории помещений необходимо учитывать следующие основные принципы:

1. Признание вероятности возникновения пожара или взрыва в данном помещении.

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать взрывоопасные газовоздушные или паровоздушные смеси, определяется, исходя из следующих предпосылок:

происходит расчетная авария одного из аппаратов и в помещение поступает все его содержимое;

одновременно происходит выход веществ из питающих и отводящих трубопроводов;

при поступлении в помещение ЛВЖ и ГЖ происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости (площадь испарения при отсутствии справочных данных определяется исходя из условия, что 1 л смесей и растворов, содержащих 70 % и менее растворителей, разливается на площади 0,5 м², а остальных жидкостей — на 1 м² пола помещения);

происходит также испарение из аппаратов с открытым зеркалом жидкости и со свежеекрашенных поверхностей;

длительность испарения жидкостей принимается равной времени их полного испарения, но не более 3600 с (1ч).

2. Количественной мерой взрывоопасных пыли- и газопаровоздушных смесей принимается расчетное избыточное давление взрыва, составляющее 5 кПа. Именно эта величина избыточного давления взрыва не представляет опасности для жизни обслуживающего персонала и является условной границей, разделяющей взрывоопасные и пожароопасные категории. Превышение расчетного избыточного давления взрыва в 5 кПа определяет условия перехода помещения в более опасную категорию, т.е. из «В» в «А» или «Б».

Взрыв это процесс быстрого, неуправляемого, физического или химического превращения системы, сопровождающееся переходом ее потенциальной энергии в механическую работу. Эта работа обусловлена быстрым расширением газов или паров. Самым существенным признаком взрыва является резкий скачок давления в среде.

В основе взрыва могут лежать:

- Физические превращения.

- Химические превращения (быстрое сгорание, детонация).

Прогнозируемые последствия:

- утечек газов и распространения токсичных дымов;

- пожаров и взрывов в колодцах, цистернах и других емкостях;

- нарушений технологических процессов, особенно связанных с опасными веществами или опасными методами обработки;
- воздействия шаровых молний, статического электричества;
- взрывов паров ЛВЖ и ГЖ;
- нагрева и испарения жидкостей из емкостей и поддонов;
- рассеивания продуктов горения во внутренних помещениях;
- токсического воздействия продуктов горения и других реакций;
- тепловой радиации при пожарах;
- распространения в строениях пламени и огневого потока в зависимости от расположения стен и внутренней планировки.

Зона I — зона детонационной волны, находится в пределах облака взрыва.

Зона II — зона действия продуктов взрыва, которая охватывает всю площадь разлета продуктов взрыва ТВС в результате ее детонации. Радиус зоны II в 1,7 раза больше радиуса зоны I, то есть $R_2 = 1,7R_1$, а избыточное давление по мере удаления уменьшается до 300 кПа.

Зона III — зона действия ударной волны. Здесь формируется фронт УВ. Величина избыточного давления определяется по графику.

3. Принцип ориентации на наиболее опасные свойства и количества обращающихся веществ и материалов и наиболее неблагоприятный возможный вариант аварии.

При этом рассмотрим основные стадии пожара.

1. Начальная стадия пожара - от возникновения неконтролируемого локального очага горения до полного охвата помещения пламенем. Средняя температура среды в помещении имеет небольшие значения, но внутри и вокруг зоны горений местные температуры могут достигать значительного уровня.

2. Стадия полного развития пожара - (или пожара полностью охватившего помещение). Горят все горючие вещества и материалы, находящиеся в помещении. Интенсивность тепловыделения от горящих объектов достигает максимума, что приводит к быстрому нарастанию температуры в помещении до максимальных, которые могут достигать 1100°C и более.

3. Стадия затухания пожара - интенсивность процесса горения в помещении начинает уменьшаться за счет израсходования основной массы горючих материалов в помещении или воздействия средств тушения пожара.

Для реализации приведенных принципов при определении категорий помещений, нормативный документ предусматривает условия выбора и обоснования расчетного варианта. Правильный выбор и обоснование, как правило, вызывает трудности и требует определенного навыка, умения и опыта.

Необходимо иметь в виду, что необходимость категорирования возникает на различных этапах производственной деятельности. Главным образом, категорирование проводят на этапе проектирования производства. В этом случае проектные организации обязаны определить категории всех помещений и зданий. ГПС на данном этапе осуществляет роль надзорного органа. Совершенно очевидно, что если представители пожарной охраны не владеют методикой определения категорий, то уже на этом этапе в проект могут вкратиться ошибки с легко прогнозируемыми последствиями.

Также, довольно часто необходимость категорирования возникает при реконструкции производства помещений и зданий, изменении технологий, оборудования, объема производства, собственника и т.д.

Процесс определения категорий помещений необходимо начинать с ознакомления с технологией в объеме, достаточном для понимания ее пожарной опасности и сбора необходимых данных о веществах и материалах, обращающихся в помещении. Прежде всего, необходимо знать следующее:

1. Характеристики помещения (длина, ширина, высота).
2. Схема расположения оборудования в помещении (рабочие чертежи).

3. Технологический регламент.
4. Схема и параметры вентиляционной системы.
5. Схема автоматического контроля параметров производства.
6. Схема автоматической системы пожаротушения.

Если категорирование проводится на стадии проектирования, то все данные можно получить только из проектной и технологической документации.

В таблице 1 приведены характеристики веществ и материалов, определяющие принадлежность по категориям, а также некоторые критерии и условия категорирования.

В соответствии с НПБ 105-03 (п. 4.) определение категорий помещений следует осуществлять путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям, приведенным в таблице 1 от высшей (А) к низшей (Д).

таблица 1

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А взрывопожароопасная	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа. Вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожароопасная	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1 - В4 пожароопасные	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б
Г	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени; горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Здание относится к категории А, если в нем суммарная площадь помещений категории А превышает 5% площади всех помещений или 200 м².

Допускается не относить здание к категории А, если суммарная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Б, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категории А;
- суммарная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммарной - площади всех помещений или 200 м².

Допускается не относить здание к категории Б, если суммарная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории В, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А или Б;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б и В превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории В, если суммарная площадь помещений категорий А, Б и В в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м²) и эти помещения оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены два условия:

- здание не относится к категориям А, Б или В;
- суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г превышает 5 % суммарной площади всех помещений.

Допускается не относить здание к категории Г, если суммарная площадь помещений категорий А, Б, В и Г в здании не превышает 25 % суммарной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м²) и помещения категорий А, Б, В оборудуются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Д, если оно не относится к категориям А, Б, В или Г.

24. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ.

Группа источников зажигания	Виды источников зажигания	Методы их устранения
-----------------------------	---------------------------	----------------------

1. Открытый огонь и раскаленные продукты.	1.1. Печи с огневым обогревом.	<p>а) размещение на открытой площадке с учетом розы ветров;</p> <p>б) размещение печей в изолированных помещениях;</p> <p>в) устройство противопожарных разрывов;</p> <p>г) устройство теплоотражательных экранов в виде стен или отдельных закрытых зданий, выполненных из негорючих материалов;</p> <p>д) устройство паровых завес по периметру огневой печи, которые обеспечивают в случае опасности не только экранирование, но и флегматизацию горючей среды водяным паром;</p> <p>е) устройство аварийной остановки печей с подачей в объем водяного пара</p> <p>ж) постоянный контроль за исправностью внутренней кладки печи, теплоизоляции.</p>
	1.2. Факельные установки.	<p>а) рациональное размещение с учётом розы ветров.</p> <p>б) противопожарные разрывы.</p> <p>в) увеличение полноты сгорания, подача водяного пара.</p> <p>г) устройство дежурной газовой горелки.</p>
	1.3. Огневые работы. (t _{пламени} = 3000°C у газовой горелки и t _{пламени} = 6000°C у электродуги, t _{искр} при сварке = 1700°C).	<p>а) подготовка оборудования к ремонтным работам (продувка, пропарка, промывка и т.д.)</p> <p>б) выполнение режимных мероприятий при проведении огневых работ.</p>
	1.4. Высокотемпературные продукты сгорания (t топочных и выхлопных газов = 1200°C).	<p>а) контроль за исправностью дымоходов.</p> <p>б) защита теплоизоляцией.</p> <p>в) на пов-ти дымовых каналов должна быть $T_{пов.} < 0,8 T_{свп.}$ горящего вещества</p>

	1.5. Искры топок и двигателей внутреннего сгорания	а) автоматическое поддержание подачи топлива при сжигании горючей смеси, б) контроль за исправностью топливной аппаратуры: в) очистка топок и дымоходов от сажи: г) устройство высоких дымовых труб д) улавливание и гашение искр (искроуловители рис. 1.15; 1.16; 1.17; 1.18-стр59 искрогасители стр.61 рис. 1.19).
	1.6. Курение, использование открытых источников пламени, сжигание мусора.	а) соблюдение ППБ.
2. Тепловое проявление механической энергии.	2.1. Удары твёрдых тел с образованием искр. ($T_{искр}$ может достигать $1550^{\circ}C$, но малой мощности) могут воспламенить O_2 с H_2 ; C_2H_2 ; CS ; C_2H_4	а) применение неискрообразующего инструмента.
	2.2. Поверхностное трение тел.	а) исключение попадания в машины камней, металлических изделий (устройство магнитных аппаратов и камнеулавливателей). б) замена подшипников скольжения на качения. в) контроль за T поверхности подшипников. г) устройство охлаждения. д) качественная смазка е) исключение перегрева транспортёрных лент и приводных ремней путём смазывания вращающихся частей. ж) очистка волокнистых материалов с валов.
	2.3. Сжатие (нагрев газов при сжатии их в компрессорах).	а) устройство системы охлаждения в компрессорах (установка змеевиков).
3. Тепловое проявление химических реакций.	3.1. Вещества, самовоспламеняющиеся и самовозгорающиеся при контакте с воздухом (пример: катализаторы ТИБА, $TiCl_4$, ДЭХА $Al(C_2H_5)_2Cl$, фосфор.	хранение под слоем жидкостей, препятствующих контакту с воздухом (керосин, вода), герметизация ёмкостей ($T_{св.} < T_{раб.}$).

	3.2. Вещества, воспламеняющиеся с водой (щелочные металлы, негашённая известь).	герметизация, хранение под слоем неактивных жидкостей (керосин).
	3.3. Вещества, воспламеняющиеся при контакте друг с другом: -азотная кислота способна воспламенить стружку, опил, солому, вату - $\text{KMnO}_4 + \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ (глицерин)-(само-возгорается).	а) исключить контакт с целлюлозными материалами. б) герметизация емкостей, защита от удара. в) хранение веществ в разных помещениях.
	3.4. Вещества, способные СВЗГ и ВОСП. При нагревании или механических воздействиях (перекиси, органические удобрения).	а) защита от нагревания (хранение в неотопливаемых помещениях). б) хранение в отдалённых помещениях или зданиях. в) соблюдение мер безопасности при работе с ними.
4. Тепловое проявление и электрической энергии.	4.1. Электрические дуги и искры при коротком замыкании.	качественная изоляция соединений и их плотность.
	4.2. Тепло, выделяющееся при перегрузках электросетей и машин.	правильный выбор сечения проводки, типа теплопроводящего материала и не перезагружать сеть.
	4.3. Тепло, в местах больших переходных сопротивлений.	использовать только однородные токопроводящие материалы и плотное соединение.
	4.4. Искры разрядов статического электричества.	использование заземлений.
	4.5. Разряды атмосферного электричества.	устройство молниеотводов и заземлений.

25. ТЕПЛОВОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ КАК ИСТОЧНИК ЗАЖИГАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ. ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

При взаимном трении тел за счет совершения механической работы происходит их разогрев. При этом механическая энергия переходит в тепловую. Тепловой нагрев, т. е. температура трущихся тел в зависимости от условий трения может быть достаточной для воспламенения горючих веществ и материалов. При этом нагретые тела выступают в качестве источника зажигания.

В производственных условиях наиболее распространенными случаями опасного нагрева тел при трении являются удары твердых тел с образованием искр, поверхностное трение тел и сжатие газов.

Удары твердых тел с образованием искр. При определенной силе удара некоторых твердых тел друг о друга могут образовываться искры, которые называют искрами удара или трения. Искры представляют собой нагретые до высокой температуры (раскаленные)

частицы металла или камня (в зависимости от того, какие твердые тела участвуют в соударении) размером от 0,1 до 0,5 мм и более.

Воспламеняющая способность искры, находящейся в покое, выше летящей, так как неподвижная искра медленнее охлаждается, она отдает тепло одному и тому же объему горючей среды и, следовательно, может его нагреть до более высокой температуры. Поэтому искры, находящиеся в покое, способны воспламенить даже твердые вещества в измельченном виде (волокна, пыли).

Искры в условиях производства образуются при работе с инструментом ударного действия (гаечными ключами, молотками, зубилами и т. п.), при попадании примесей металла и камней в машины с вращающимися механизмами (аппараты с мешалками, вентиляторы, газодувки и т. п.), а также при ударах подвижных механизмов машины о неподвижные (молотковые мельницы, вентиляторы, аппараты с откидными крышками, люками и т. п.).

Для предупреждения опасного проявления искр удара и трения применяют искробезопасный инструмент, изготовленный из бронзы, фосфористой бронзы, латуни, бериллия, дюралей с содержанием магния не более 1,2—1,8 %; обдув чистым воздухом места производства ремонтных и других работ, связанных с использованием искроопасного инструмента, при существовании возможности образования горючих смесей.

Исключение попадания в машины металлических примесей и камней обеспечивают тщательной очисткой веществ и материалов просеиванием, промывкой, улавливанием с помощью магнитных сепараторов и камнеуловителей.

Удары подвижных механизмов о неподвижные части машин предупреждают тщательной регулировкой калиброванных зазоров, центровкой и балансировкой вращающихся механизмов, контролем за технической исправностью подшипников (особенно высоконагруженных и высокооборотных валов), использованием прокладок из цветных металлов. Образование искр при ударах устраняют футеровкой внутренних поверхностей неподвижных и движущихся частей машин различными искробезопасными материалами (на резиновой и пластмассовой основе, мягкими металлами и т. п.).

Поверхностное трение тел. Перемещение относительно друг друга соприкасающихся тел требует затраты энергии на преодоление сил трения. Эта энергия почти целиком превращается в теплоту, которая, в свою очередь, зависит от вида трения, свойств трущихся поверхностей (их природы, степени загрязнения, шероховатости), от давления, размера поверхности и начальной температуры. При нормальных условиях выделяющееся тепло своевременно отводится, и этим обеспечивается нормальный температурный режим. Однако при определенных условиях температура трущихся поверхностей может повыситься до опасных значений, при которых они могут стать источником зажигания.

Причинами роста температуры трущихся тел в общем случае является увеличение количества тепла или уменьшение теплоотвода. По этим причинам в технологических процессах производств происходят опасные перегревы; подшипников, транспортных лент и приводных ремней, волокнистых горючих материалов при наматывании их на вращающиеся валы, а также твердых горючих материалов при их механической обработке.

Большую опасность перегрева представляют подшипники скольжения (в сравнении с подшипниками качения) сильно нагруженных и высокооборотных валов машин и аппаратов.

Увеличение тепловыделения возможно при нарушении смазки, чрезмерной затяжке подшипников, перекосах и перегрузках валов. Уменьшение теплоотвода от подшипников возможно при загрязнении их поверхности отложениями пыли и волокон обрабатываемых в технологическом процессе веществ и нарушении режима работы системы охлаждения.

Для предупреждения перегрева подшипников осуществляют замену подшипников скольжения на подшипники качения (где по условиям технологии существует такая возможность); устройство автоматических систем охлаждения с применением в качестве хладагента масел или воды; автоматический контроль за температурой подшипников; своевременное и качественное техническое обслуживание подшипников (систематическую

смазку, предупреждение чрезмерной затяжки, ликвидацию перекосов валов, очистку поверхности подшипников от загрязнения и т. п.).

Перегрев транспортных лент и приводных ремней связан с длительным проскальзыванием (пробуксовкой) шкива относительно ремня или ленты из-за слабого их натяжения или перегрузки. В результате этого лента и ремень могут сильно перегреваться.

Предупреждение перегрева транспортных лент и приводных ремней обеспечивают предупреждением перегрузки технологического оборудования с помощью дозирующих устройств; использованием систем автоматической блокировки, обеспечивающих подачу звукового и светового сигналов и остановку технологического оборудования при возникновении перегрузок, техническим обслуживанием (своевременным регулированием степени натяжения, предупреждением защемления и заклинивания лент и ремней, их перекосов и т. п.); заменой плоскоремennых передач на клиноремennые.

Перегрев волокнистых материалов при наматывании их на вращающиеся валы происходит в результате постепенного уплотнения массы горючего материала и усиливающегося трения его о неподвижные части корпуса аппарата (машины). Этот процесс может привести к перегреву наматывающегося волокнистого материала.

Опасность пожаров и загораний по этой причине существует на хлопко- и льноперерабатывающих заводах, ткацких фабриках, зерноуборочных комбайнах и т. п.

Для предупреждения наматывания волокнистых материалов на вращающиеся валы используют мероприятия по предупреждению перегрузки, повышения влажности и засоренности волокнистого материала; защиту открытых участков валов от контакта с волокнистым материалом свободно насаженными втулками, кожухами и т. п.; установку минимальных зазоров между валом и подшипником; устройство специальных ножей для срезания наматывающихся волокнистых материалов и очистку валов от наматывающегося волокнистого материала.

Перегрев твердых горючих материалов при их механической обработке путем резания, фрезерования, строгания, шлифовки и т. п. связан с преодолением сил трения. Количество выделяющегося при этом тепла зависит от скорости резания и толщины стружки. На интенсивность тепловыделения также оказывает влияние острота и правильность заточки режущего инструмента (резца). Опасность воспламенения при механической обработке представляют такие материалы, как целлулоид, термореактивные пластмассы, резина, некоторые активные металлы (например, магний, титан и их сплавы) и т. п. Для предупреждения воспламенения твердых материалов при их механической обработке для каждого горючего материала устанавливают оптимальную (безопасную) скорость резания в зависимости от установленной толщины стружки на данном станке; своевременно и правильно затачивают режущий инструмент (резец); устраивают системы локального охлаждения места резания с использованием в качестве охлаждающей среды воды, масла, различных эмульсий, газов и т. п.

Сжатие (компримирование) газов в компрессорах является распространенной операцией на производстве. Например, его широко применяют в технологических процессах транспортировки газов, при производстве этилового спирта из этилена, где $P_{\text{раб}} = 10$ МПа (100 ат), полиэтилена методом высокого давления, где $P_{\text{раб}} = 150\text{—}200$ МПа (1500—2000 атм), при получении сжатого воздуха и т. п.

Сущность нагревания газов при сжатии в компрессорах заключается в том, что в результате изменения (уменьшения) первоначального объема газообразных тел затрачивается механическая энергия на преодоление межмолекулярных сил трения (на нарушение динамического равновесия между силами гравитационного и электромагнитного полей). Вследствие этого выделяется тепло, которое расходуется на нагревание сжимаемого газа и самого компрессора.

Основными причинами перегрева газов и компрессоров являются:

- нарушение материального баланса (уменьшение расхода газа в системе или увеличение подачи компрессора);

- снижение интенсивности отвода тепла из зоны сжатия (уменьшение расхода или полное прекращение подачи хладагента в холодильники, подача хладагента с завышенной температурой, загрязнение теплообменной поверхности холодильников).

Предупреждение перегрева компрессоров при сжатии газов обеспечивают разделением процесса сжатия газов на несколько ступеней, если по условиям технологии требуется 4—5 кратное сжатие; устройством систем охлаждения газа на каждой ступени сжатия; установкой предохранительного клапана на нагнетательной линии за компрессором; автоматическим контролем и регулированием температуры сжимаемого газа путем изменения расхода охлаждающей жидкости, подаваемой в холодильники; автоматической системой блокировки, обеспечивающей отключение компрессора в случае увеличения давления или температуры газа в нагнетательных линиях; очисткой теплообменной поверхности холодильников и внутренних поверхностей трубопроводов от нагарообразных отложений.

26. ТЕПЛОВОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ КАК ИСТОЧНИК ЗАЖИГАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ. ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Многие вещества и материалы при определенных условиях могут вступать в химическое взаимодействие с положительным тепловым эффектом реакций (экзотермичностью) при контакте с воздухом, водой или друг с другом, а также могут саморазлагаться при нагревании или механических воздействиях. Выделяющегося при этом в зоне реакции тепла может быть достаточно для нагрева веществ и материалов до их самовоспламенения.

Вещества, самовоспламенение которых происходит на воздухе. К ним относятся две группы веществ: самовоспламеняющиеся ($T_{св} \leq T_{раб}$) и самовозгорающиеся ($T_{св} > T_{раб}$).

Первую группу составляют вещества, которые в условиях производства нагреты выше температуры окружающей среды. Так, мазут с $T_{св} = 380^\circ\text{C}$ на установках вакуумной трубчатки обращается с температурой до 400°C , на установках термического крекинга — до 500°C ,

пиролизный газ с $T_{св} = 540^\circ\text{C}$ нагревается на установках по производству этилена до 850°C .

При аварийном выходе таких высоконагретых продуктов из аппаратов наружу и контакте с воздухом произойдет их самовоспламенение. В эту же группу входят вещества, температура которых по условиям технологии не превышает температуру окружающей среды. К ним относятся, например, желтый фосфор с $T_{св} = 30^\circ\text{C}$, триизобутилалюминий с $T_{св} = -40^\circ\text{C}$, этилалюминийхлорид с $T_{св} = -60^\circ\text{C}$ и другие.

Профилактика воспламенения веществ, температура самовоспламенения которых не превышает рабочей температуры, обеспечивается исключением их контакта с воздухом путем надежной герметизации технологического оборудования и предупреждения его повреждений.

Вторую группу составляют вещества, которые при температуре окружающей среды или после предварительного нагрева до $T < T_{св}$ под воздействием первоначального импульса склонны к самовозгоранию на воздухе. Самовозгорание представляет собой сложный физико-химический процесс возникновения тления или пламенного горения в результате теплового самонагрева. Самовозгорание наблюдается при резком увеличении скорости экзотермических реакций в объеме вещества, когда интенсивность тепловыделения превышает интенсивность его рассеивания.

В зависимости от первоначального импульса различают:

- тепловое (нагрев извне),
- химическое (нагрев при контакте с химически активным веществом),
- микробиологическое (нагрев в результате жизнедеятельности микроорганизмов) самовозгорание.

К веществам, обладающим склонностью к самовозгоранию, относятся масла и жиры растительного и животного происхождения, каменный и древесный уголь, торф, технический углерод (сажа), некоторые металлы в порошкообразном виде (алюминий, цинк, титан и др.), скипидар, олифа, комбикорма, сернистые соединения железа и т. п.

Процесс самовозгорания определяется скоростью самонагрева веществ. Длительность процесса самовозгорания (она колеблется от нескольких минут до нескольких месяцев) зависит от большого числа различных факторов, которые в сложном взаимодействии друг с другом определяют скорость протекания экзотермических реакций и условия аккумуляции тепла.

Профилактику самовозгорания веществ в производственных условиях обеспечивают путем снижения скорости протекания химических реакций и биологических процессов, а также устранения условий аккумуляции тепла.

Снижение скорости протекания химических реакций и биологических процессов осуществляют различными методами:

- ограничением влажности при хранении веществ и материалов;
- снижением температуры хранения веществ и материалов (например, зерна, комбикормов) путем искусственного захлаживания;
- хранением веществ (например, пищевых продуктов) в среде с пониженным содержанием кислорода;
- уменьшением удельной поверхности контакта самовозгорающихся веществ с воздухом (брикетирование, гранулирование порошкообразных веществ);
- пассивированием химически активных веществ, например технического углерода, путем частичной и постепенной их дезактивации кислородом воздуха;
- применением антиокислителей и консервантов (например, при хранении комбикормов);
- устранением контакта с кислородом воздуха и химически активными веществами (перекисными соединениями, кислотами, щелочами и т.п.) путем отдельного хранения самовозгорающихся веществ в герметичной таре.

Устранение условий аккумуляции тепла осуществляют следующим образом:

- ограничением размеров штабелей, караванов или куч хранимого вещества;
- активным вентилированием воздухом (сена и других волокнистых растительных материалов);
- периодическим перемешиванием веществ при их длительном хранении; снижением интенсивности образования горючих отложений в технологическом оборудовании с помощью улавливающих устройств;
- периодической очисткой технологического оборудования от самовозгорающихся горючих отложений.

Вещества, воспламенение которых происходит при контакте с водой или влагой воздуха. К таким веществам относятся щелочные металлы (натрий, калий и др.), карбиды (кальция, натрия, калия), негашеная известь, фосфористые кальций и натрий, сернистый натрий и т. п. Некоторые из них (например, натрий и калий) реагируют с водой или влагой воздуха с интенсивным выделением водорода, который может воспламениться от теплоты реакции, так как температура в зоне контакта может развиваться до 600—650 °С. Значительный нагрев и воспламенение образующегося ацетилена происходит также при взаимодействии карбида кальция с водой. При недостатке воды температура в зоне реакции может подняться до 900—1000 °С. А такие вещества, как карбиды щелочных металлов (натрия, калия), при контакте с водой способны реагировать со взрывом.

На практике нередко случаются пожары (вскоре после дождя) на складах, где наряду с другими горючими веществами, хранится негашеная известь. Несмотря на то, что негашеная известь сама относится к негорючим веществам, при контакте с небольшим количеством воды она способна разогреваться до 600 °С и более. Этой температуры оказывается

достаточно для воспламенения, например, горючей упаковки (деревянных ящиков, мешковины и т. п.) или рядом расположенных горючих веществ и материалов при их совместном хранении с негашеной известью.

Пожары и взрывы происходят также при получении ацетилена из карбида кальция в стационарных и переносных газогенераторах при снижении количества (уровня) воды в реакционной зоне.

Предупреждение воспламенения веществ при взаимодействии с водой или влагой воздуха обеспечивают защитой их от контакта с водой и влажным воздухом путем:

- изолированного хранения веществ этой группы от других горючих веществ и материалов;
- поддержанием избыточного количества воды (например, в аппаратах для получения ацетилена из карбида кальция).

Вещества, воспламенение которых происходит при контакте друг с другом. К ним относится большая группа газообразных, жидких или твердых окислителей, таких, как жидкий кислород, перекиси (натрия, бария, водорода, бензоила и т. п.), галоиды (хлор, бром, фтор, йод), азотная кислота, селитры (азотнокислые калий, натрий, барий), хлораты (например, бертолетова соль), перхлораты (например, хлорнокислый натрий), перманганаты (марганцевокислый калий) и др. Эти вещества могут вызвать воспламенение органических горючих веществ или образовать смеси с органическими веществами, реагирующими со взрывом даже от слабого механического или теплового импульса (удар, трение, нагрев и т.п.). Например, перекись водорода, гидроперекись изопропилбензола, персульфат аммония широко используют в качестве катализаторов и инициаторов в технологических процессах полимеризации и поликонденсации при получении пластмасс, химических волокон и синтетических каучуков. Они способны вызывать воспламенение и взрывы при контакте со многими органическими соединениями.

Часто пожары происходят на складах, где хранится азотная кислота, которая является сильным окислителем. Азотная кислота способна воспламенить многие растительные вещества в измельченном виде (упаковочную стружку, древесные опилки, солому, вату и т.п.), так как при своем воздействии на них она выделяет кислород.

Пожары от воспламенения веществ при контакте друг с другом предупреждают раздельным складированием, а также устранением причин их аварийного выхода из аппаратов и трубопроводов.

Вещества, воспламенение которых происходит в результате саморазложения при нагревании или механическом воздействии. К этой группе относятся нестойкие химические, как правило, эндотермические соединения, такие, как взрывчатые вещества, перекиси, селитры, ацетилен, ацетилениды, порофоры и т. п. Эти вещества не только могут вызвать возникновение пожара, но и привести к полному уничтожению производственных установок, зданий и сооружений в результате их взрывного разложения.

Предупреждение воспламенения веществ, склонных к взрывному разложению, обеспечивают путем защиты от нагревания до критических температур, механических воздействий (ударов, трения, давления и т.п.).

27. ТЕПЛОВОЕ ПРОЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ КАК ИСТОЧНИК ЗАЖИГАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СМЕСИ. ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ДАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАЖИГАНИЯ И СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.

Тепловое проявление электрической энергии в условиях технологических процессов производств может быть источником зажигания в различных случаях, например, в результате: несоответствия электрооборудования номинальным токовым нагрузкам или характеру окружающей среды (влажности, температуры, химической активности); перегрузки электрических сетей и электродвигателей — приводов вращающихся узлов и механизмов

технологических машин и аппаратов (смесителей и реакторов с перемешивающими устройствами, вращающихся барабанных сушилок, молотковых и шаровых мельниц, подъемно-транспортных устройств и т.п.); механических повреждений электрооборудования и т. п.

К тепловому проявлению электрической энергии как источника зажигания относятся:

- искры и дуги коротких замыканий;
- искры при размыкании и замыкании цепей;
- перегревы от длительной перегрузки;
- перегревы при наличии переходного сопротивления;
- вынос эл. напряжения на аппараты и конструкции;
- нагрев индукционными токами;
- нагрев от диэлектрических потерь;
- разряды статического электричества;
- атмосферное электричество.

На каждом производстве имеется различное электрооборудование, которое может быть причиной пожара, если имеющиеся меры защиты недостаточно эффективны.

Чтобы выявить возможность появления источников зажигания от теплового проявления электроэнергии, необходимо оценить:

-соответствует ли силовое и осветительное электрооборудование характеру воздействия на него среды и классу зоны рассматриваемого помещения согласно ПУЭ;

-имеется ли защита от проникновения паров и газов из пожаровзрывоопасных помещений в помещениях с нормальной средой, в которых используется электрооборудование в открытом исполнении;

-как электросети и машины защищены от возможных повреждений, способных вызвать короткое замыкание;

- как предотвращаются искровые разряды статического электричества при перемешивании, ударах, измельчении, перемещении, распылении и других воздействиях на материалы и вещества, являющиеся диэлектриками.

Знание классификации источников зажигания и причин их проявления позволяет разрабатывать противопожарные мероприятия; по предотвращению их возникновения в горючей среде.

Предупреждение опасности теплового проявления электрической энергии обеспечивается правильным выбором уровня и вида взрывозащиты электродвигателей и аппаратов управления, другого электрического и вспомогательного оборудования в соответствии с классом пожаро- или взрывоопасной зоны, категории и группы взрывоопасной смеси (для взрывоопасных зон), а также с общими свойствами и характером окружающей среды (влажностью, температурой, химической активностью и т.п.). Важное значение имеет также систематическое проведение испытаний сопротивления изоляции электросетей и электрических машин в соответствии с графиком планово-предупредительного ремонта; надежная защита электрооборудования от токов короткого замыкания быстродействующими предохранителями и автоматическими выключателями (автоматами); предупреждение технологической перегрузки.

Предусматривается аварийное отключение электрических машин в тех случаях, когда в них появляется дым или огонь, заметно снижается частота вращения валов, происходит чрезмерный перегрев подшипников. Кроме того, предусматриваются мероприятия по предупреждению больших переходных сопротивлений путем систематического осмотра и ремонта контактной части электрооборудования; исключению разрядов статического электричества путем заземления технологического оборудования, повышения влажности воздуха или применения антистатических примесей в наиболее вероятных местах генерирования зарядов, ионизации среды в аппаратах и ограничения скорости движения электризующихся жидкостей; защите зданий, сооружений, отдельно стоящих аппаратов от прямых ударов молнии молниеотводами и от вторичных ее воздействий.

28. СНИЖЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА.

Количество обращающихся в производстве горючих веществ во многом зависит от выбора метода осуществления технологического процесса и его технологической схемы. Известно, что одно и то же конечное вещество можно получить из различного сырья и различными способами. При обосновании предполагаемого нового метода производства-какого-либо вещества учитывают не только его эффективность и экономичность, но и вопросы пожаро-взрывобезопасности.

При всех прочих равных условиях для детальной разработки принимают такой метод производства, при котором будет использоваться менее пожаро-взрывоопасное сырье, когда расход сырья и других пожароопасных веществ на единицу получаемой продукции будет меньше, технологический процесс будет состоять из меньшего числа производственных операций, если снижается необходимость использования большого числа вспомогательных операций и уменьшается количество образующихся побочных продуктов и отходов производства.

Примерную оценку пожаро-взрывоопасности технологического процесса рассматриваемых вариантов можно сделать, сравнив пожароопасные свойства веществ и определив для каждого из вариантов количество горючих веществ, приходящееся на единицу выпускаемой продукции. Чем меньше будет эта величина и ниже пожароопасные свойства веществ, тем предпочтительнее данный вариант по условиям пожарной безопасности.

Во всех случаях вместо периодически действующих аппаратов и процессов целесообразно применять непрерывно действующие, так как при одной и той же производительности в непрерывно действующих аппаратах содержится меньшее количество горючих веществ и сами аппараты занимают меньшую площадь.

29. РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА.

Большие возможности имеют проектные и научно-исследовательские организации для положительного решения вопроса об уменьшении количества горючих веществ не только при выборе способа производства, но и на стадии разработки принципиальной технологической схемы.

Параллельно с разработкой технологической схемы производства выполняются основные технологические расчеты. На основании материальных расчетов в соответствии с заданной мощностью, режимом работы, кинетикой процессов, нормами производительности и пробегов определяют размеры и количество стандартного и нестандартного оборудования.

Объемы и габариты стандартного и нестандартного оборудования подбирают так, чтобы не было необоснованного увеличения количества находящихся в них горючих веществ.

Технологическая схема, как правило, должна исключать наличие таких аппаратов, как напорные баки. Промежуточные емкости, емкостные мерники, рефлюксные емкости и подобные им емкостные аппараты с горючими, легковоспламеняющимися жидкостями и сжиженными газами. Вместо указанных аппаратов используют автоматические регуляторы давления и расхода, мерники-дозаторы непрерывного действия, автоматические питатели и т. п. При невозможности полного исключения из технологической схемы аппаратов емкостного типа их количество и объемы сводят до минимума.

При производстве продуктов органического синтеза часто используют в большом количестве разнообразные горючие и легковоспламеняющиеся жидкости в качестве поглотителей (абсорбентов) или растворителей. Во многих случаях разнообразие поглотителей и растворителей без ущерба для производства можно сократить. При этом отпадает необходимость в организации отдельных хранилищ для размещения запасов каждого вида жидко-

сти, уменьшается количество установок для регенерации и насосов для перекачки поглотителей и растворителей. Все это вместе взятое приведет к значительному снижению количества обрабатываемых в производстве огнеопасных жидкостей.

В некоторых случаях имеется возможность заменить горючие и легковоспламеняющиеся поглотители и растворители, а также теплоносители и хладагенты менее пожароопасными, или совсем негорючими веществами.

Вместо горючих сжиженных газов и легковоспламеняющихся жидкостей (пропана, аммиака, изопентана и т. п.), используемых для целей охлаждения аппаратов, целесообразно, если позволяют технологические требования, применять негорючие фреоны и рассолы. Стремятся использовать также менее пожароопасные катализаторы и инициаторы. Так, например, вместо металлического натрия применяют пасты на его основе, пожаро-взрывоопасный инициатор $\text{CH}_3\text{-57}$ заменяют менее опасным $\text{CH}_3\text{-21}$, $\text{CH}_3\text{-5}$ и др.

В некоторых случаях осуществление химической реакции требует разбавления реагирующих веществ каким-либо газом или паром для того, чтобы обеспечить течение химической реакции в нужном направлении, увеличить выход конечного продукта или уменьшить образование побочных продуктов. Нередко в качестве такого разбавителя используют водород. Изыскание путей, позволяющих снизить коэффициент рециркуляции горючего газа или заменить его негорючим веществом, приведет к существенному уменьшению общего количества горючих веществ на установке.

30. РЕКОМЕНДАЦИИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ АППАРАТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА.

Учитывая вопросы экономики и возможность снижения пожаро-взрывоопасности производства, технологические аппараты и сооружения стремятся размещать на открытых площадках и этажерках во всех случаях, когда это возможно по климатическим условиям и по условиям эксплуатации технологического оборудования. Размещая аппараты как в зданиях, так и на открытых площадках, добиваются таких решений, чтобы производственные коммуникации между аппаратами, сооружениями, установками и цехами были как можно проще, меньшей длины, с меньшим количеством встречных потоков и т. п. Рациональное размещение производственных аппаратов и трубопроводов снижает количество горючих газов, а также требуемую мощность насосов и компрессоров. При необходимости использования в технологической схеме емкостей со сжиженными газами их, как правило, не размещают в зданиях, а выносят на открытые площадки или на промежуточные склады.

Одним из направлений, используемых для ограничения масштабов возможного пожара, является ограничение производственных площадей зданий и открытых установок. Так, строительные нормы и правила устанавливают предельно допустимую площадь этажа между противопожарными стенами одноэтажных и многоэтажных зданий в зависимости от категории производств по пожарной опасности, количества этажей и огнестойкости здания (СНиП 31-03-2001).

Площадь отдельно стоящих открытых установок также ограничивается в зависимости от максимальной высоты оборудования или этажерки и вида обрабатываемого продукта (СНиП 2.09.03-85).

Склады для хранения горючих материалов разделяют противопожарными стенами на отсеки, позволяющие в случае возникновения пожара ликвидировать его с минимальным ущербом (СНиП 31-04-2001). При хранении на одном складе различных материалов и изделий разделение на отсеки производят по признакам однородности и применения гасящих средств допустимости совместного хранения веществ по их химическим свойствам.

Необходимо иметь в виду, что предельно допустимые площади производственных зданий, складов и открытых установок очень велики, и на них может быть сосредоточено много ценных горючих веществ и материалов. Поэтому нельзя упускать из вида всякую возможность изоляции отдельных пожаро-взрывоопасных участков от менее опасных даже в пределах допустимых нормами производственных площадей.

Так, например, аппараты и оборудование, в процессе эксплуатации которых может быть выделение большого количества горючих газов, паров или пыли, а также реакторы с особо опасными веществами или реакторы, работающие под очень высоким давлением, размещают, как правило, в обособленных помещениях и даже в изолированных кабинах. Изолируют также участки производства, относящиеся по пожарной опасности к различным категориям.

Насосы, перекачивающие нефтепродукты, нагретые до температуры 250 °С и выше, размещают изолированно от других насосов. Все электропомещения (трансформаторные подстанции, распределительные электроустройства, помещения контрольно-измерительных приборов и т. п.) размещают отдельно или изолируют от смежных помещений категории А и Б глухими несгораемыми и газонепроницаемыми стенами. В наружных этажерках с производственными процессами категории А и Б нельзя располагать вспомогательные и подсобно-производственные помещения. Наружные установки рекомендуется размещать со стороны глухой стены здания цеха или в торцовой его части, чтобы затруднить переход огня при пожаре. Отдельные аппараты со сжиженными горючими газами, огнеопасными жидкостями объемом до 10 м³, а также отдельные аппараты с горючими газами, вынесенные из помещения цеха, но связанные с ним, размещают в торцах или со стороны глухой стены здания. Оборудование с пожаро- и взрывоопасными веществами нельзя располагать над вспомогательными помещениями и под ними.

Значительное количество производственных процессов требуют наличия небольших цеховых складов горючих веществ, материалов или оборудования. В этом случае, исходя из потребности и требований пожарной безопасности, устанавливают предельную емкость складов и размещают их изолированно от технологического процесса.

31. ЗАЩИТА ОТ ПЕРЕГРУЗКИ ГОРЮЧИМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И СКЛАДОВ.

Для осуществления нормально протекающего технологического процесса производства необходимо в аппаратах и у рабочих мест иметь определенное количество сырья и полуфабрикатов, которое зависит не только от производительности аппаратов, но и от организации технологического процесса.

Несовершенные технология и организация производственного процесса, а также слабый контроль за пожарной безопасностью приводят к большому скоплению горючих веществ на складах и в производственных помещениях.

Чтобы сделать заключение о перегрузке помещения сырьем, полуфабрикатами или готовой продукцией, необходимо знать, какая загрузка в данном случае будет считаться нормальной. Допустимую норму единовременной загрузки помещений устанавливают, исходя из местных условий и обязательно с учетом не только требований технологии, но и пожарной безопасности.

При разработке допустимой нормы загрузки помещений можно использовать следующие приемы (каждый в отдельности или в сочетании друг с другом).

Ограничение по количеству изделий, одновременно находящихся в цехе. Этот способ применим в том случае, когда обрабатываются крупногабаритные изделия, количество которых легко установить визуально. Так, можно ограничить количество вагонов, самолетов или других крупногабаритных изделий, одновременно находящихся в цехах сборки или окраски; можно ограничить количество кип хлопка, находящихся в подготовительном отделении прядильных фабрик, и т. д. Максимально допустимое количество таких изделий, установленное совместно администрацией объекта и представителем пожарной охраны, записывается в цеховую технологическую или противопожарную инструкцию и в случае необходимости легко может быть проверено.

Ограничение количества горючих (сгораемых) материалов по площадям, отводимым для их размещения в цехе, применимо почти для всех производственных помещений с нали-

чием твердых горючих веществ и изделий, жидких и газообразных веществ в посуде и баллонах, штучной и расфасованной продукции в таре и т. п. Сущность этого способа заключается в следующем: помещение можно считать нормально загруженным, если находящиеся в нем сырье, полуфабрикаты и готовая продукция не будут загромождать проходы и подступы к производственному оборудованию, к средствам пожаротушения, к эвакуационным выходам и т. д.

С учетом этих условий места возможного размещения горючих веществ (площадки) выделяют нанесением на полу резко заметных линий. Ширина проходов и подступов, которые всегда должны быть свободными, принимают в пределах следующих величин: основные проходы в местах постоянного пребывания людей — не менее 2 м; основные проходы по фронту обслуживания машин (компрессоров, насосов, воздуходувок и т. п.) и аппаратов — не менее 1,5 м; проходы между аппаратами, а также между аппаратами и стенами помещений, при необходимости кругового обслуживания, — не менее 1 м; проходы для осмотра, периодической проверки и регулировки аппаратов и приборов — не менее 0,8 м.

Нельзя размещать материалы и изделия вне пределов выделенных площадок, об этом должна быть сделана соответствующая запись в технологической или цеховой противопожарной инструкции.

Ограничение по емкости или весу горючих жидкостей и твердых веществ. Этот способ может быть применен для расходных и цеховых складов, а также для производственных помещений, где находятся лакокрасочные материалы, растворители или легкогорючие твердые вещества у рабочих мест.

Предельное количество огнеопасных жидких и твердых веществ устанавливают в тех же единицах, в каких ведется их производственный учет. Например, емкость складов второй группы для хранения нефтепродуктов исчисляют в m^3 , а предельный объем их ограничивают по нормам. Количество древесины также ограничивается по объему, так как ее учет ведется в m^3 , а уголь, карбид кальция, целлулоид, пластмассы и щелочные металлы — по весу, так как они учитываются в весовых единицах (так, по существующим правилам предельная емкость цехового склада карбида кальция не должна превышать 200 кг). Конкретная запись в инструкции о предельных количествах веществ в кг или m^3 «позволяет вести контроль за ее соблюдением.

Ограничение количества жидких и твердых огнеопасных веществ и материалов, исходя из производительности цеха, весьма часто применяют для установления предельно допустимого количества горючих веществ в цеховых складах и кладовках, а также в производственных помещениях. Сущность этого способа заключается в том, что исходя из местных условий и особенностей технологического процесса, количество хранимых или одновременно находящихся в помещении горючих материалов устанавливают в пределах суточной, сменной, полусменной или часовой потребности. Так, в некоторых правилах пожарной безопасности для окрасочных цехов говорится, что запас растворителей в отделениях промывки не должен превышать полусменной потребности, а при небольшом расходе — не более сменной потребности.

Несмотря на широкое применение в практике, этот способ имеет существенный недостаток, так как не всегда просто установить действительную потребность производства. Кроме того, потребность со временем может увеличиваться, что приводит к узаконенной перегрузке складских и производственных помещений. Этого недостатка можно избежать, если наряду с ограничением количества огнеопасных веществ по производительности цеха указать конкретно предельную норму.

Так, в правилах пожарной безопасности и основных технологических требованиях при работе с целлулоидом говорится, что в цехах этого производства можно иметь запас легковоспламеняющихся жидкостей, а также целлулоида, полуфабрикатов или готовых изделий в количестве, равном полусменной потребности, но не более 2 т.

Требование, изложенное в такой редакции, позволит учесть конкретные условия производства и делает противопожарные нормы или цеховые инструкции более действенными.

Таким образом, ограничение количества одновременно находящихся в производственных помещениях горючих веществ и материалов осуществляется различными путями, но требования всегда должно быть конкретным и учитывать особенности данного производства.

32. УМЕНЬШЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА СГОРАЕМЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.

Процессы обработки древесины, пластмасс, хлопка, льна процессы измельчения и размола твердых веществ, очистки злаков весьма часто сопровождаются образованием отходов в виде обрезков, стружки, опилок, крошки и пыли. Вследствие этого у рабочих мест в помещениях и на территории объекта скапливается значительное количество легкогорючих отходов, а производственное оборудование и строительные конструкции покрываются слоем горючей пыли.

Уменьшение количества сгораемых отходов в производственных помещениях достигается применением рациональных методов обработки твердых веществ, улавливанием образующихся отходов непосредственно у мест их выделения, регулярной уборкой рабочих мест и очисткой всего помещения.

Количество отходов может быть резко уменьшено путем правильного подбора размеров и формы заготовок. Правильный подбор заготовок обеспечивает также значительную экономию материала. Отходы выделяются главным образом при обработке материалов строганием, резкой, долблением, фрезерованием, шлифовкой и т. п. Следовательно, во всех случаях, где это возможно по условиям технологии, целесообразно указанные операции заменять штамповкой, прессованием, литьем, выдавливанием, гнутьем, склеиванием и т. п.

Если в процессе производства не удастся избежать образования горючих отходов, применяют меры к тому, чтобы их своевременно улавливать и удалять.

Уборка отходов может быть периодической и непрерывной, ручной и механизированной. Наиболее эффективным является непрерывный механизированный способ улавливания и уборки отходов. При ручной уборке в цеховой инструкции указывается, через какой промежуток времени она производится, куда удаляют отходы и кто за это отвечает.

Из механизированных способов удаления отходов наиболее часто применяют систему аспирации. Местные отсосы аспирационных систем располагают как можно ближе к местам образования отходов и с учетом направления полета выделяющихся частичек.

Недостаток обычных аспирационных систем улавливания и удаления отходов заключается в возможности разладки ее работы при подключении новых точек отсоса, так как при этом давление и скорость движения воздуха во всей системе уменьшаются, отходы от станков и оборудования удаляются не полностью, воздухопроводы забиваются отложениями.

Наименее чувствительны ко всяким изменениям расхода и напора установки, показанные на рис.1. Такая установка имеет большого диаметра магистральный трубопровод-коллектор.

Потоки воздуха в ответвлениях от мест отсоса возникают под действием давления, почти одинакового во всех точках коллектора (давление по длине магистрального трубопровода изменяется в пределах 5—7%).

Отходы, попавшие по отводам в коллектор, теряют скорость и оседают. Для удаления их в коллекторе размещают транспортер или устраивают приемные воронки, соединенные с транспортным трубопроводом меньшего диаметра.

Улавливание горючих отходов бывает хорошо налажено в том случае, когда предприятие экономически заинтересовано в этом, т. е. когда отходы производства подвергаются утилизации. Улавливаемые отходы могут использоваться в качестве топлива, химического сырья или для изготовления строительных материалов. В целях удобства транспортировки отходов на другие предприятия их обычно подвергают прессованию в брикеты. Так, например, еще недавно на заводах, вырабатывающих из органического стекла различные изделия,

около цехов скапливалось большое количество пожароопасных отходов в виде стружки и пыли.

Брикетирование и последующая утилизация отходов помогли ликвидировать захламленность и дали возможность снизить себестоимость продукции.

Гидролизными заводами и заводами сухой перегонки древесины древесные отходы используются для изготовления древесно-волоконистых плит, как топливо, а также как химическое сырье.

Большую помощь в положительном решении подобных вопросов оказывают пожарно-технические комиссии, а также рационализаторы и изобретатели промышленных предприятий.

Большое значение имеет своевременная уборка помещений. Нерегулярность и плохое качество уборки могут привести к скоплению значительного количества пыли, отходов, конденсата или излившихся огнеопасных жидкостей. Различают текущую, периодическую и генеральную уборку производственных помещений.

Текущая очистка машин, оборудования и пола помещения осуществляется непрерывно по мере необходимости. Периодическая уборка может осуществляться один раз в смену или в сутки, два раза в месяц или один раз в неделю и т. д. в зависимости от характера производства. Места, подлежащие очистке, и сроки ее осуществления указываются в цеховой противопожарной инструкции.

Генеральную уборку помещений производят в сроки, которые устанавливаются приказом по заводу.

Во время генеральной уборки производится тщательная очистка всего производственного оборудования, санитарно-технических устройств и строительных конструкций.

Качество уборки помещений проверяет комиссия с участием представителей общественности и местной пожарной охраны.

Очистку оборудования и строительных конструкций производят ручным или механизированным способами, без взвихрения осевшей пыли.

33. ЗАМЕНА ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ НЕГОРЮЧИМИ.

Проблема снижения пожарной опасности используемых в производстве веществ решается не только при разработке проектных материалов, но и на действующих предприятиях в процессе их эксплуатации. К решению такой проблемы привлекают ученых, практических работников, рационализаторов и изобретателей.

В настоящее время почти повсеместно прекращено использование целлулоида для изготовления промышленных, бытовых изделий и игрушек. Вместо целлулоида используют менее горючие пластмассы. Вместо киноплёнки, на нитроцеллюлозной основе те же предприятия стали выпускать киноплёнку на трудногорючей основе (триацетилцеллюлозную плёнку), которая горит в 14, а разлагается в 16 раз медленнее нитроплёнки. По своим пожароопасным свойствам киноплёнка на триацетатной основе может быть приравнена к рулонной бумаге.

Применение водорастворимых лаков, красок и пропиточных составов вместо подобных материалов на летучих растворителях также резко сокращает количество горючих веществ и опасность производства.

Промышленностью освоены водорастворимый бакелитовый лак, водоземulsionные пропиточные масляно-слюдаые лаки и др. Водорастворимые смолы применяют при изготовлении гетинакса, текстолита, волокнита, изоляционной бумаги и других материалов.

Предприятия и стройки вместо красок на олифе для окраски внутренних поверхностей применяют водоземulsionные или водорастворимые краски.

Для склеивания волоконистых материалов, прорезинивания и изготовления искусственных кож вместо резинового клея (раствор каучука в бензине) применяют латексы. Латекс представляет собой негорючую полидисперсную суспензию каучука в воде.

Во многих случаях исключения или уменьшения количества применяемого горючего сырья, вспомогательных веществ и растворителей добиваются путем усовершенствования или частичного изменения технологического процесса действующих производств. Так, на некоторых предприятиях вместо обычного способа очистки деталей от масла и жира в легковоспламеняющихся растворителях смонтированы установки для очистки с помощью ультразвука. С внедрением ультразвуковых установок количество применяемого бензина в цехах часовых заводов, например, резко сократилось, производительность труда увеличилась, повысилась культура производства.

В настоящее время почти в каждой отрасли промышленности используют пластиче-ские массы, синтетические смолы и каучуки.

Наряду со многими ценными их качествами почти все синтетические смолы, пласт-массы и каучуки имеют общий недостаток — являются горючими. При воздействии тепла некоторые из них плавятся и почти все разлагаются, выделяя огнеопасные, а также ядови-тые пары и газы. Наличие значительного количества пластмасс, химических волокон, кау-чука или изделий из них может привести к возникновению и быстрому развитию пожара.

Известно, что если при производстве пластмасс и волокон применить соответствую-щие химические добавки, негорючие наполнители и менее опасные пластификаторы, то можно превратить их из сгораемых в трудновоспламеняемые и даже в трудногорючие. Так, например, опасность полистирола и пенополистирола можно снизить, вводя в их состав трехокись сурьмы, аммонийные соли фосфорной кислоты. Еще более устойчивыми явля-ются галоидопроизводные полистирола — полимонохлорстирол, полидихлорстирол, по-лидибромстирол и т. д.

В настоящее время разработаны рецепты получения жидкого и эластичного пенопо-лиуретана с пониженной горючестью за счет введения в их состав галоидопроизводных и фосфоропроизводных. Имеется также возможность повысить сопротивляемость некоторых полимерных материалов (например, пенополиуретана) воздействию огня путем окраски их поверхности специальными составами. При окраске пенополиуретана композицией ФАМ и ПХВО он становится трудновоспламеняемым материалом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Ме-тоды контроля (ГОСТ Р 12.3.047-98). -М.: Госстандарт России, 1998.
2. М.В. Алексеев, О.М. Волков, Н.Ф. Шатров Пожарная профилактика техноло-гических процессов производств. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1985.

3. Клубань В.С. и др. Пожарная безопасность предприятий промышленности и агропромышленного комплекса. - М.: Стройиздат, 1987.
4. ССБТ. Оборудование производственное. Технические требования безопасности (ГОСТ 12.2.003-91).-М.: Госстандарт России,1991.
5. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
6. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник в двух томах / Под ред. А.Н. Баратова и А.Я. Корольченко –М.: Химия, 1990
7. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок: учебное пособие. – М.: Пожнаука. – 2010., 406с
8. Электротехника и пожарная безопасность электроустановок: Лабораторный практикум / М.Д. Маслаков, Ф.В. Демехин, В.А. Родионов, Р.И. Варков. – СПб.: Санкт-Петербургский институт ГПС МЧС России, 2003. – 52 с.