

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Риск и БЖД в ЧС»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.11.02 Пожарная безопасность технологических процессов

Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность

**Профиль образовательной программы «Безопасность жизнедеятельности в
техносфере»**

Форма обучения заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ.....	3
1.1 Лекция № 1 (2 часа).....	3
Тема: «Теоретические основы технологии пожаровзрывоопасных производств».....	3
1.2 Лекция № 2 (2 часа).....	9
Тема: «Анализ пожарной опасности технологии производств».....	9
1.3 Лекция № 3 (2 часа).....	12
Тема: «Анализ производственных источников зажигания; меры пожарной безопасности».....	12
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	20
ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	20
2.1 Практическое занятие №1 (2 часа).....	20
Тема: «Пожарная безопасность процессов нагревающих горючих веществ и материалов».....	21
2.2 Практическое занятие №2 (2 часа).....	29
Тема: «Пожарная безопасность процессов ректификации пожароопасных жидкостей».....	29
2.3 Практическое занятие №3 (2 часа).....	31
Тема: «Пожарная безопасность процессов окраски».....	31
2.4 Практическое занятие № 4 (2 часа).....	36
Тема: «Пожарно-техническая экспертиза технологической части проекта и пожарно-техническое обследование технологии действующего производства».....	36

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция № 1 (2 часа).

Тема: «Теоретические основы технологии пожаровзрывоопасных производств»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Технологические процессы. Общие сведения.
2. Основы пожарной безопасности технологических процессов производств.
3. Термины и определения.

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Технологические процессы. Общие сведения.

Технология — это наука о способах и процессах производства промышленных продуктов из различных видов сырья, в том числе и природного.

Способ производства— это совокупность всех операций, которые проходит сырье до получения из него конечного продукта. Он складывается из последовательных операций, протекающих в соответствующих аппаратах и соответствующем оборудовании.

Совокупность машин и аппаратов, в которых сырье перерабатывается до конечного продукта, называется технологической системой.

Последовательное описание и графическое изображение операций, протекающих в соответствующих машинах и аппаратах, носит название технологической схемы.

Технологическим режимом называется совокупность параметров, определяющих условия работы аппарата или системы аппаратов.

Технологический процесс— производственный процесс переработки сырьевых ископаемых, растительных и сельскохозяйственных ресурсов с целью получения веществ и материалов с новыми свойствами и готовой продукции.

Технологический процесс сопровождается внутри аппаратным движением и превращением перерабатываемых материалов. Эти материалы могут находиться в твердом, жидком и газообразном состояниях. Их могут нагревать и охлаждать, сжимать и растягивать, растворять и конденсировать.

Например, в химической промышленности осуществляются разнообразные процессы, в которых исходные материалы в результате химических взаимодействий претерпевают глубокие превращения, сопровождающиеся изменением агрегатного состояния, внутренней структуры и состава веществ.

Технологический процесс может рассматриваться как часть производственного процесса.

Эта часть технологического процесса связана, так или иначе, с обусловленными воздействиями, направленными на изменение свойств или на состояние обращающихся в процессе производства веществ и изделий.

Понятие технология относят к конкретным отраслям производства, например, можно говорить о технологии добычи и переработки нефти, технологиях машиностроения, производства электрической энергии, металлургии, лесопереработки и т.д.

Крупные отрасли промышленного производства могут состоять из совокупности технологических процессов.

К примеру, деревообрабатывающая отрасль предполагает технологию заготовки леса, его транспортирования и штабельного хранения на лесобиржах.

Далее из древесины получают целлюлозу, бумагу, картон, скипидар, канифоль и т.д.

На мебельных фабриках реализуется технология изготовления мебели.

То есть в технологический процесс вовлекаются различные вещества и материалы, люди и механизмы с целью получения новых потребительских качеств и готовой продукции.

Или следующий пример, из сырой ископаемой нефти в процессе технологических воздействий получают бензины и масла и другие нефтепродукты, которые используются в современной авиации, автомобильном транспорте и химическом производстве.

Обработка металлов это целый ряд технологий использующих способы горячего литья, механической резки,ковки, сварки, никелирования, хромирования, пайки и т.д.

С середины 19-го века технология стала формироваться как самостоятельная наука с фундаментальным базисом.

Ее задачи: разработка режимов и последовательности производственных процессов.

Технологическая наука, в частности, разработала современные теории обработки и передачи информации в системах управления и регулирования производственными процессами, в том числе с использованием мощных электронно-вычислительных машин, электроники и оптоэлектроники.

Разработка новых технологий, их совершенствование совместно с естественными науками: физикой, химией, математикой; биологией и философией определили научно-технический прогресс человечества.

Мы вправе сказать сегодня, что каждое поколение людей прожило и проживает свою технологию жизни.

К сожалению, современные высокопроизводительные технологии характеризуются пожаровзрывоопасностью, содержат угрозы выхода за пределы аппаратов, не только горючих газов, паров и пылевоздушных смесей, но и сильнодействующих ядовитых (СДЯВ) и радиоактивных веществ (РВ).

Производственные процессы должны быть пожаровзрывобезопасными.

Поэтому разработки технологий производства сопровождаются поисками и созданием технологий защиты.

В технологические системы производства встраиваются технологии обнаружения и предотвращения развития аварий, пожаров и взрывов.

Это системы производственной автоматики (системы автоматического управления и регулирования технологическими процессами) и системы автоматической противопожарной защиты (включающие автоматическую пожарную сигнализацию, установки автоматического пожаротушения, автоматическую противопожарную защиту в технологических процессах и автоматические системы защиты людей от опасных факторов пожаров).

Производственные процессы должны быть не только пожаровзрывобезопасными, но и экологически чистыми. Они не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) выбросами вредных веществ.

В 1993 г. Конвенция Международной организации труда «О предотвращении крупных промышленных аварий» впервые приняла декларацию об ответственном отношении общества к правам и обязанностям человека на безопасность его жизнедеятельности.

Необходимо отметить, что в обеспечении противопожарной безопасности большое значение имеет, так называемый, человеческий фактор.

Известно, что значительный процент аварийности и пожаров обусловлен ошибками производственного персонала, его недостаточной квалификацией и небрежным исполнением функциональных обязанностей.

Главенствующими определяющими пожарной опасности технологического процесса являются:

- наличие пожарной нагрузки: горючих твердых, жидких и газообразных веществ;
- величина возможного избыточного давления при диффузионном сгорании газов, паров и пылевоздушных смесей, как в помещениях, так и в открытом пространстве;
- температурный режим всего технологического процесса или какой-либо его составляющей.

Требования к проектированию, размещению и эксплуатации технологического оборудования и комплексы мер по обеспечению пожарной безопасности определяются уровнем пожарной опасности производственного объекта. Все это определено в ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

Требования данного ГОСТа при проектировании того или иного технологического процесса и в дальнейшем его эксплуатации следует исполнять неукоснительно.

В соответствии с ГОСТ Р 12.3.047-98 предусматриваются две категории опасности, определяемые составом групп пожаровзрывоопасных веществ в зонах размещения технологических установок и их пороговым количеством:

- технологические процессы повышенной пожарной опасности;
- технологические процессы с простым уровнем пожарной опасности, в которых обращаются горючие жидкости и горючие твердые вещества, не характерные для технологических процессов повышенной опасности или общее количество пожаровзрывоопасных веществ по их массе меньше некоторого принятого порогового значения.

Кроме пожарной опасности следует принимать во внимание дополнительные показатели опасности веществ и материалов. К таким показателям относятся: токсичность, ядовитость, едкость, способность вызывать коррозию, радиоактивность и др.

2. Основы пожарной безопасности технологических процессов производств.

Причинами возникновения пожаров могут быть нарушение технологических процессов и неисправность оборудования, в частности несвоевременный ремонт оборудования, нарушение технологических инструкций, введение в технологию производства материалов без учета их пожароопасных свойств, образование значительных электростатических зарядов. Пожары возможны в результате нарушения правил технической эксплуатации электроустановок, например, перегрузок электрических сетей и коротких замыканий в них, недопустимых сопротивлений в местах соединения и контактов проводников, искрения, применения электрооборудования, не соответствующего классу пожарной зоны.

Причинами пожаров могут быть, кроме того, неисправные отопительные приборы и печи, оставление их без соответствующего надзора, а также неосторожное обращение с огнем, в частности разведение костров вблизи сгораемых материалов и строений, отогревание замерзших трубопроводов открытым пламенем (факелом, паяльной лампой и т. п.).

Наиболее пожароопасными являются технологические процессы, связанные с проведением огневых работ (сварка и резка металла, паяние), а также окрасочные работы с применением нитролаков, нитроэмалей и красок, промывка и обезжиривание изделий с применением ЛВЖ и ГЖ.

Места проведения сварочных и других огневых работ могут быть постоянными в специальных помещениях, мастерских или на открытых площадках или временными, когда огневые работы производятся непосредственно в строящихся или эксплуатируемых зданиях, сооружениях или на территории предприятия (например, при ремонте или монтаже производственного оборудования).

При выполнении сварочных и других огневых работ необходимо соблюдать меры пожарной безопасности, предписываемые Правилами пожарной безопасности при проведении сварочных и огневых работ на объектах народного хозяйства, утвержденных ГУПО МВД СССР 29 декабря 1972 г.

На производство временных огневых работ необходимо получить разрешение от лица, ответственного за пожарную безопасность объекта. Разрешение на проведение огневых работ в пожаро- и взрывоопасных помещениях выдает главный инженер предприятия. Условия проведения этих работ согласовываются с пожарной охраной предприятия.

К сварочным и другим огневым работам допускаются обученные рабочие, прошедшие успешно проверку знаний правил пожарной безопасности, которым выдается специальный талон по технике пожарной безопасности, прилагаемый к квалификационному удостоверению.

Места проведения огневых работ и места установки сварочных аппаратов, баллонов с газом необходимо очистить от сгораемых материалов и обеспечить их средствами первичного пожаротушения. Необходимо принять меры против разлета искр и попадания их на сгораемые конструкции, нижерасположенные производственные площадки и этажи.

В пожаро- и взрывоопасных производствах огневые работы допускается производить только после тщательной уборки взрывоопасной и пожароопасной продукции, очистки помещения и аппаратуры от взрывоопасных пылей и веществ, горючих и легковоспламеняющихся жидкостей и их паров. Помещение в процессе проведения огневых работ следует непрерывно вентилировать и установить контроль за состоянием воздушной среды с помощью газоанализаторов.

Перед сваркой металлических сосудов (цистерны, баки и т. п.), в которых находились жидкое топливо, ЛВЖ, ГЖ или горючие газы, их необходимо очистить от остатков жидкости с последующей промывкой горячей водой с каустической содой, затем пропарить, просушить и провентилировать, после чего провести лабораторный анализ воздушной среды в них. Во всех случаях эти сосуды должны быть отключены от коммуникации заглушками. Сварку следует производить при открытых люках, лазах, пробках и при действующей переносной вентиляции. Запрещается приступать к работе при неисправной сварочной аппаратуре, производить работы на свежоокрашенных конструкциях и изделиях, пользоваться промасленной спецодеждой и рукавицами, хранить в сварочных кабинах одежду, горючие жидкости и другие легкосгораемые предметы и материалы.

Не следует допускать касания электропроводов к баллонам со сжатым, сжиженным или растворенным газом.

При газосварочных работах переносные ацетиленовые аппараты для работы следует устанавливать на открытых площадках или в хорошо вентилируемых помещениях и не ближе 10 м от места сварочных работ, открытого огня или сильно нагретых предметов и мест забора воздуха компрессорами или вентиляторами.

Во избежание искрения и возможной вспышки раскупорка барабанов с карбидом кальция производится латунными зубилом и молотком. Запаянные барабаны открываются специальным ножом. Место разреза смазывается толстым слоем солидола. Вскрытые барабаны с карбидом кальция следует закрывать от попадания в них воды крышками с отогнутыми краями, что предотвращает выделение ацетилена.

Пользование бензиновыми или керосиновыми паяльными лампами сопряжено с опасностью разрыва баллона и вытекания горючего во время работы с огнем. Поэтому при работе с паяльной лампой необходимо выполнять требования пожарной безопасности:

заправлять лампу горючим и разжигать ее следует в специально отведенном для этого месте. При заправке лампы горючим не допускать разлива его. Не допускается заполнять лампу горючим более чем на 3/4 объема ее резервуара.

Для разжигания паяльной лампы не следует подогревать ее горелку жидкостью, накачиваемой из резервуара. В этом случае струя горючего воспламеняется и огонь может распространиться на значительное расстояние от лампы. Кроме того, горючее, пролитое и воспламенившееся на самом резервуаре, создает угрозу взрыва. Не следует открывать воздушный винт и наливную пробку, когда лампа горит или еще не остыла.

Постоянные электросварочные работы проводят в специальных, отведенных для этого вентилируемых помещениях, сооружениях из несгораемых материалов. Место для проведения работ ограждается сплошной перегородкой из несгораемого материала высотой не менее 2,5 м. Пол в помещении должен быть несгораемый.

Установка для ручной электросварки оборудуется выключателем, плавкими предохранителями или автоматом в цепи питания, а также амперметром или шкалой на регуляторе сварочного тока. Это необходимо для предотвращения перегрузки проводов и обмоток сварочного агрегата. Меры электробезопасности при электрической сварке изложены в § 15.5.

Большую пожарную опасность представляют работы, выполняемые в цехах и на участках окраски и пропитки изоляции с использованием материалов, содержащих ЛВЖ и ГЖ.

Во время окраски деталей и изделий необходимо быстро удалять из зоны работы образующиеся пожаро- и взрывоопасные смеси. Для этого предусматривается вытяжная вентиляция камер окраски с устройством водяной завесы, ограничивающей поступление горючих смесей в вентиляционную систему.

Окрасочные и сушильные камеры оборудуются устройствами автоматического пожаротушения.

Краскозаготовительные отделения следует размещать в изолированном помещении, оборудованном вентиляцией и имеющем отдельный выход наружу.

Применяемые для окраски и пропитки лаки, краски и растворители следует хранить в раздаточной кладовой цеха в металлической герметичной посуде или в заводской упаковке в количествах, не превышающих суточной потребности. Кладовая оборудуется у наружной стены здания.

Ванны для окраски и пропитки изделий способом погружения оборудуются местной вытяжной вентиляцией (бортовыми отсосами). Если объем ванны превышает 0,5 м³, то она устанавливается в отдельной вентилируемой камере. На случай пожара предусматривается слив жидкости из ванны в специальный резервуар по трубопроводу.

В процессе окраски методом пневматического распыления возможна электростатическая зарядка аппаратуры, что представляет опасность искрения при разрядах на землю. От искровых разрядов возможно воспламенение пожаро- и взрывоопасных смесей, поэтому во избежание накопления электрических зарядов аппаратуру для распыления краски заземляют.

Растворители, применяемые для промывки кистей, шлангов и другого оборудования, следует хранить в раздаточной кладовой в количестве не более сменной потребности. Распылители и шланги, поступающие в кладовую после окончания работы, должны быть очищены от остатков краски и лака. Кисти, щетки, краскораспылители, тряпки после работы надо хранить в закрытой посуде под вытяжкой или в вентилируемых закрытых шкафах.

Краска, оседающая в процессе работы на стенках воздухопроводов, камер и другого оборудования, удаляется регулярно по мере ее накопления. Собранные отходы краски надо немедленно удалять из цеха, поскольку они пожароопасны.

Подготовку поверхностей деталей к окраске необходимо механизировать с помощью агрегатов обезжиривания с негорючими моющими растворами, например МЛ-51, МЛ-52.

Окрашенные изделия помещают в сушильную камеру только после стекания лишнего лакокрасочного материала. Вблизи сушилки не должны находиться какие-либо сгораемые материалы или предметы. В процессе сушки окрашенных деталей и изделий необходимо соблюдать правильный режим, не допускать работу сушильной печи с неисправными электронагревателями и терморегуляторами.

Запрещается очистка рабочих мест и инструмента с помощью ЛВЖ и ГЖ и с применением скребков, от которых при работе может возникнуть искрение, приводящее к вспышке паров этих жидкостей.

В деревообрабатывающих цехах особую пожарную опасность представляют отходы производства - стружка и пыль. Поэтому необходима систематическая очистка помещения и оборудования от древесной пыли, стружки и других отходов - не реже 1 раза в смену.

Поскольку помещения деревообрабатывающих цехов относятся к пожароопасным зонам класса П-II, электрооборудование, применяемое в них, должно быть закрытого типа или в пыленепроницаемом исполнении.

Очистка строительных конструкций и светильников от пыли должна производиться не реже 1 раза в неделю.

Трубы парового обогрева сушильных камер должны быть гладкими, что облегчает очистку их от пыли.

Клееварки оборудуются в отдельных помещениях или специально отведенном месте. Они должны иметь паровой подогрев или подогрев закрытыми электронагревателями.

Для хранения лесоматериалов в цехе отводится специальная площадка. Их запасы не должны превышать односменной потребности.

Значительную пожарную опасность представляют промышленные печи, применяемые при обработке металлов и работающие на жидком топливе. Во избежание взрыва от скопившихся газов печи, работающие на жидком и газовом топливе, перед розжигом должны быть провентилированы механической вентиляцией.

Согласно Правилам техники безопасности и производственной санитарии при термической обработке металлов для печей, работающих на мазуте, необходимо обеспечить надлежащее хранение запасов топлива с соблюдением всех противопожарных мер: соответствующего расположения резервуаров с топливом и расходных напорных баков, наличия предохранительных устройств на случай пожара (спуск горючего в подземный аварийный резервуар, перекрытие подачи топлива), наличия первичных средств пожаротушения и др.

При обслуживании печи, работающей на газовом топливе, необходимо выполнять требования Правил безопасности в газовом хозяйстве (утверждены Госгортехнадзором СССР 26.06.1979 г.). Так, в частности:

а) газовые горелки допускается зажигать, предварительно включив вытяжную вентиляцию;

б) если в процессе зажигания произошло потухание горелок, то перед повторным зажиганием топка и дымоходы должны быть провентилированы (во избежание взрыва образовавшейся газовой смеси);

в) при прекращении подачи газа должны быть немедленно перекрыты краны на вводе газопровода и у печей. Это исключает возможное последующее поступление газа при отсутствии его сгорания у горелок.

3. Термины и определения

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара, обеспечивается защита людей от воздействия опасных факторов пожара и сохранение материальных ценностей при пожарах.

Технологический процесс – производственный процесс переработки сырьевых ископаемых, растительных и сельскохозяйственных ресурсов с целью получения веществ и материалов с новыми свойствами и готовой продукции.

Пожарная безопасность объекта достигается комплексом технических, организационных и управленческих решений, предусмотренных противопожарным режимом на данном объекте.

Противопожарный режим – комплекс установленных норм поведения людей, правил выполнения работ и эксплуатации оборудования, направленных на обеспечение пожарной безопасности данного объекта.

Пожарная опасность – возможность возникновения и (или) развития пожара, заключенная в каком-либо веществе, состоянии или процессе. Оценку пожарной опасности технологических процессов следует проводить на основе расчета их риска.

Пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства;

Требования пожарной безопасности - специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом;

Нарушение требований пожарной безопасности - невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности;

Меры пожарной безопасности - действия по обеспечению пожарной безопасности, в том числе по выполнению требований пожарной безопасности.

1.2 Лекция № 2 (2 часа).

Тема: «Анализ пожарной опасности технологии производств»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Метод анализа пожарной опасности и защиты технологических процессов производств.

2. Анализ образования горючей среды.

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Метод анализа пожарной опасности и защиты технологических процессов производства

Пожарная опасность любого технологического процесса состоит в возможности возникновения и распространения пожара. Поэтому пожарная опасность объектов промышленного и сельскохозяйственного производства обуславливается, прежде всего, пожаровзрывоопасными свойствами и количеством горючих веществ, которые применяются, режимом работы технологического оборудования и параметрами ведения технологического процесса (Т, Р, Н и т.д.), возможностью образования горючей среды, источников зажигания, возникновением пожаров и быстрым их развитием, а также появлением факторов, препятствующих эвакуации людей, материальных ценностей и гашению пожаров.

Таким образом, методика анализа пожарной опасности включает в себя следующие этапы:

- изучение режима работы технологического оборудования и параметров ведения технологического процесса;

- определение пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов, которые обрабатываются в производстве;

- анализ возможности образования горючей среды (ГС) внутри технологического оборудования (аппаратов), в производственных помещениях или на открытых площадках;

- определение возможности появления в горючей среде источников зажигания или внесение их в горючую среду;

- выявление возможных путей распространения пожара и условий, которые оказывают содействие быстрому его распространению;

- установление причин, которые затрудняют эвакуацию людей, материальных ценностей и тушение пожара.

Анализ пожарной опасности технологических процессов проводят, пользуясь методом сравнения условий и параметров ведения технологических процессов с теми параметрами и условиями, при которых обнаруживаются пожаровзрывоопасные свойства веществ, которые применяются, с учетом аварийных ситуаций, возможных нарушений режима эксплуатации технологического оборудования.

Одним из основных источников информации, за которыми можно определить опасность технологического процесса, есть технологический регламент и технологическая схема производства.

Изучение режима работы технологического оборудования и параметров ведения технологического процесса

Для качественного проведения анализа пожарной опасности необходимо знать, как работает технологическое оснащение, какое количество веществ загружается в аппараты и установки, какое давление и температура проведения процесса и т.д. Все это необходимо для определения возможных мест и причин возникновения пожароопасных ситуаций.

Например: На Харьковском велозаводе в цеха №6 применяется окраска в электрическом поле. Напряжение на электродах равняется 40 тыс. В, давление подачи ЛКМ к краскопультам — 0,3 МПа. При окраске часть ЛКМ попадала в вентиляционные каналы и осаждалась на стенках трубопроводов, что привело к пожару вследствие трения ротора вентилятора об отходы ЛКМ в корпусе вентилятора.

Источником информации, за которым можно определить режим работы аппаратов, машин и параметры технологического процесса, является технологический регламент и технологическая схема производства.

Определение пожаровзрывоопасных свойств веществ и материалов

Каждый инспектор ГПН должен знать свойства веществ, которые применяются на закрепленном за ним объекте, и какие последствия могут быть при аварии.

Пожарную опасность веществ определяют следующие основные показатели пожарной опасности:

Показатель	Агрегатное состояние веществ и материалов			
	газы	жидкости	твердые	пыль
Группа горючести	+	+	+	+
Температура вспышки	—	+	—	—
Температура воспламенения	—	+	+	+
Температура самовоспламенения	+	+	+	+
КПРП	+	+	—	+
ТПРП	—	+	—	—

2. Анализ образования горючей среды

Целью анализа причин образования горючей среды есть установление возможности:

-образование горючей среды внутри оборудования при ее нормальной работе, в период пуска и остановки. Для более качественного анализа и систематизации полученных данных целесообразно полученные данные свести в таблицу:

№ п/п	Наименование аппарата (жидкость)	Наличие паровоздушного пространства	Рабочая температура	ТПРП		Вывод о горючести среды в аппарате
				нижн .	верхн .	

-образование ГС в помещениях и на открытых площадках при выходе горючих веществ из нормально работающих аппаратов и оборудования;

-повреждение оборудования с выходом из него горючих материалов и образования ГС.

Основными причинами образования горючей среды внутри и вне технологического оборудования есть: разгерметизация и разрушение аппаратов, нарушение безопасных режимов ведения технологических процессов, а также применение незавершенных технологических процессов (открытая обработка и транспортирование веществ и материалов и т.п.).

Пример: г. Сумгаит, ПО „Оргсинтез”, 1998 г. Во время слива сжиженного газа с пулевых емкостей — 600 куб.м произошел взрыв. Взрывной волной огонь был переброшен на соседний резервуар. С пробитого осколками корпуса могущественной струей било пламя. Еще 8 резервуаров было охвачено пламенем, горела сливо-наливная эстакада. Площадь пожара составляла 6000 кв.м. Непосредственной причиной взрыва и пожара явилось нарушение технологии хранения бутадиена. От продолжительного хранения продукта на днище емкости образовался пласт перекисных соединений и началась неуправляемая реакция полимеризации с повышением температуры и давления, которое и привело к взрыву.

Источники зажигания

Источники зажигания, которые встречаются в условиях производства, очень разнообразные по причинам их возникновения, происхождения, а также по своим параметрам.

Чтобы обнаружить возможность появления в ГС источников зажигания и оценить, насколько предусмотренные мероприятия защиты предотвращают их появление, нужно рассмотреть все виды потенциальных источников зажигания.

Источники зажигания условно классифицируются:

- открытый огонь и раскаленные продукты горения;
- тепловые проявления химических реакций;
- тепловые проявления механической энергии;
- тепловые проявления электрической энергии.

Технологический процесс иногда ведут с использованием установок, где применяется открытое пламя для обработки металлов и других веществ, а также происходит утилизация отходов или сушение разных веществ с применением в качестве теплоносителей продуктов сгорания.

Раскаленные продукты горения, которые получают в топках печей, котлов, ДВС и других агрегатов имеют температуру больше 1000°C, которой достаточно для зажигания практически любой среды (горючей пыли, волокнистых материалов, газо-паровоздушной смеси).

К тепловым проявлениям химических реакций относятся все химические реакции, которые протекают с выделением тепла в количестве, достаточного для нагрева веществ, которые применяются, и материалов до температуры самовоспламенения.

К тепловым проявлениям механической энергии относятся искры, которые образуются при трении и ударах, а также выделение тепла при сжатии газов.

К тепловым проявлениям электрической энергии относятся искры КЗ, нагрев в местах больших переходных сопротивлений и при перегрузках, разряды атмосферного и статического электричества и другие.

Пример: Вследствие попадания дождевой воды в состав шелкового комбината произошла химическая реакция натрия, который хранился в 55 барабанах гидросульфата (окислитель для отбеливания тканей). Вследствие химической реакции была загазованная территория комбината и создавалась угроза распространения отравляющей тучи на близлежащий жилой массив. От влияния тепла, которое выделилось при этом, через 2 часа в составе возник пожар. Была организована эвакуация людей с 2 жилых домов. Горение на составе было ликвидировано с помощью огнетушащего порошка.

Причины и условия распространения пожара

Развитие пожара может происходить при наличии соответствующих условий. К ним относятся: наличие в производственных помещениях запасов горючих веществ и материалов; наличие горючих конструкций, зданий и элементов технологического оборудования.

Быстрому распространению пожара будет оказывать содействие: наличие технологических отверстий в противопожарных препятствиях; применение транспортных

систем в виде конвейеров, норий, самоточных труб, пневмотранспорта, отсутствие огнезадерживающих устройств.

Причины, которые усложняют эвакуацию людей, материальных ценностей и тушение пожара

Анализ причин, которые усложняют эвакуацию людей и тушение пожаров был детально рассмотрен на занятиях по пожарной профилактики в строительстве и противопожарного водоснабжения.

Таким образом, анализ пожарной опасности технологических процессов проводится на действующих предприятиях при проведении ПТО, а также при рассмотрении проектных материалов с целью повышения ПБ производств.

1.3 Лекция № 3 (2 часа).

Тема: «Анализ производственных источников зажигания; меры пожарной безопасности»

1.3.1 Вопросы лекции:

1. Классификация производственных источников зажигания; пламя, искры, раскаленные поверхности топок, двигателей, аппаратов как источники зажигания.
2. Способы защиты нагретых поверхностей от контакта с горючими веществами.
3. Тепловое проявление механической энергии; искры удара и трения, их опасность в различных горючих средах.

1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Классификации производственных источников зажигания.

Под производственными источниками зажигания следует понимать такие источники, существование которых или появление которых связано с осуществлением технологических процессов производств.

Итак, в условиях производства существует большое количество различных источников зажигания.

Ведь технологический процесс представляет собой целый цикл различных небольших производств, объединенных в одно целое большое производство, где происходят различные процессы: тепловые (теплообменная аппаратура), химические (реакторы, ректификационные колонны, конденсаторы), имеются подающие и отводящие агрегаты (насосы и компрессоры) и т.д.

Здесь налицо и высокая или, наоборот, низкая температура, высокое или низкое давление, или процесс происходит под вакуумом. Здесь и электрическая энергия.

Так что же все-таки может явиться источником зажигания в технологическом процессе при таком количестве горючей загрузки и таких условиях проведения технологического процесса?

Источником зажигания может явиться такое нагретое тело (например, нагретое тело в виде искры – точечный источник зажигания), или такой экзотермический процесс, которые способны нагреть некоторый объем горючей смеси до определенной температуры, при условии, что скорость тепловыделения равна или превышает скорость теплоотвода из зоны реакции.

Причем мощность и длительность теплового действия источника должны обеспечивать поддержание критических условий в течение времени, необходимого для развития реакции с формированием фронта пламени, способного к дальнейшему самопроизвольному распространению.

Если говорить о точечном источнике тепла, то здесь поджигающая способность оценивается упрощенно – путем сравнения температуры, теплосодержания и времени его теплового действия с соответствующими характеристиками горючей смеси.

При этом считают, что источник тепла опасен как источник зажигания, если температура источника T_u превышает температуру самовоспламенения горючей среды $T_{смв}$; если теплосодержание источника q_u превышает минимальную энергию зажигания горючей среды $q_{мин}$; если время теплового воздействия τ_u превышает период индукции горючей среды $\tau_{инд}$.

Первые два параметра, температура источника T_u и его теплосодержание q_u , могут быть определены путем измерения или расчета. В определении третьего параметра, времени теплового воздействия τ_u , есть трудности, связанные с экспериментом, максимально приближенным к условиям производства.

Но хотя бы для приближенной оценки пожарной опасности точечных источников тепла целесообразно учитывать и использовать теоретические разработки.

Область проявления неподвижного точечного источника ограничена. Такой источник может быть получен, например, в стационарном искровом промежутке при неподвижной горючей смеси.

На практике в большинстве случаев искра является подвижной относительно среды. Так, например, достоверно установлено, что при ударах с трением поджигание происходит искрами во время их полета, причем во время их полета свечение искры усиливается за счет экзотермической реакции окисления искры в воздухе. Подвижными являются искры и в продуктах сгорания.

Если движение смеси относительно частицы (или наоборот) является ламинарным, условия поджигания подвижной и неподвижной искрой можно считать одинаковыми.

Из физических представлений следует, что количество тепла, необходимое для прогрева критического объема горючей смеси до температуры горения, - это и есть так называемая минимальная энергия зажигания конкретной горючей смеси.

По времени действия различают постоянно действующие (они предусмотрены технологическим регламентом при нормальном режиме работы оборудования) и потенциально возможные источники зажигания, возникающие при нарушениях технологического процесса.

По природе проявления различают следующие группы источников зажигания:

- О открытый огонь и раскаленные продукты сгорания;*
- О тепловые проявления механической энергии;*
- О тепловые проявления химических реакций;*
- О тепловые проявления электрической энергии;*
- О статическое электричество;*
- О грозовые разряды.*

Следует иметь в виду, что эта классификация носит чисто условный характер.

Например, открытый огонь и раскаленные продукты сгорания имеют химическую природу проявления.

Однако, учитывая особую пожарную опасность, эту группу производственных источников зажигания рассматривают отдельно.

И еще одно существенное замечание.

Из перечисленных источников зажигания практически все относятся к постоянно действующим источникам зажигания, т.е. предусмотрены технологическим регламентом.

При расследовании причин возникновения пожаров один из обязательных вопросов, который рассматривает эксперт или исследователь места пожара, это штатные источники зажигания.

Так и в технологическом процессе, существуют штатные источники зажигания, которые предусмотрены технологическим регламентом.

Но, когда на производстве создается аварийная ситуация, все постоянно действующие источники зажигания могут стать потенциально возможными источниками зажигания.

Пламя, искры, раскаленные поверхности топок, двигателей, аппаратов как источники зажигания:

- открытый огонь и раскаленные продукты сгорания;
- искрогасители и искроуловители, их устройство и принцип действия;
- способы защиты нагретых поверхностей от контакта с горючими

веществами.

Открытый огонь и раскаленные продукты сгорания

Пламя, искры, раскаленные поверхности топок, двигателей, аппаратов как источники зажигания относятся к группе *открытый огонь и раскаленные продукты сгорания*.

Открытый огонь и раскаленные продукты сгорания обычно используются или образуются в огневых печах, заводских факельных установках и при проведении огневых работ.

Огневые печи широко используют в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Они предназначены для подогрева жидких и парогазообразных продуктов.

Пожарная опасность трубчатой печи, как точечного источника зажигания, характеризуется наличием факелов пламени по форсуночному фронту аппарата.

При сжигании в качестве топлива газообразных веществ $T_{гор}$ составляет около 1300°C , жидких - 1200°C , следовательно, такие температуры значительно превышают $T_{смв}$ большинства горючих веществ.

Внутренняя кладка различных типов печей при нормальной работе имеет $t - 900^{\circ}\text{C}$ и даже после аварийной остановки ее температура в течении 5-6 часов остается выше $T_{смв}$ нагретого продукта.

Опасность огневых печей еще связана с тем, что на аппаратном дворе заводов имеются аппараты, которые являются потенциальными источниками зажигания, поскольку из них постоянно происходит выделение горючих паров и газов.

При аварии часто образуется паровоздушное облако, по отношению к которому огневые печи в целом можно рассматривать как точечный источник зажигания.

Для предупреждения опасного проявления аппаратов огневого действия предусматривают следующие мероприятия:

- рациональное их размещение на открытых площадках (в виде блоков, печей с учетом «розы ветров»), ориентации огневого фронта печей относительно других аппаратов, размещение печей изолированно в помещениях;
- устройство противопожарных разрывов;
- устройство экранов в виде стен или отдельных закрытых зданий, выполненных из негорючих материалов;
- устройство паровых завес по периметру печей с газоопасных сторон;
- аварийную установку с подачей во внутренний объем водяного пара;
- теплоизоляция высоконагретых поверхностей каркаса, продуктопроводов.

Факельные установки, (системы)

Факельные установки, (системы) до сих пор широко используются в нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической отраслях промышленности и предназначены для открытого сжигания парогазовых выбросов.

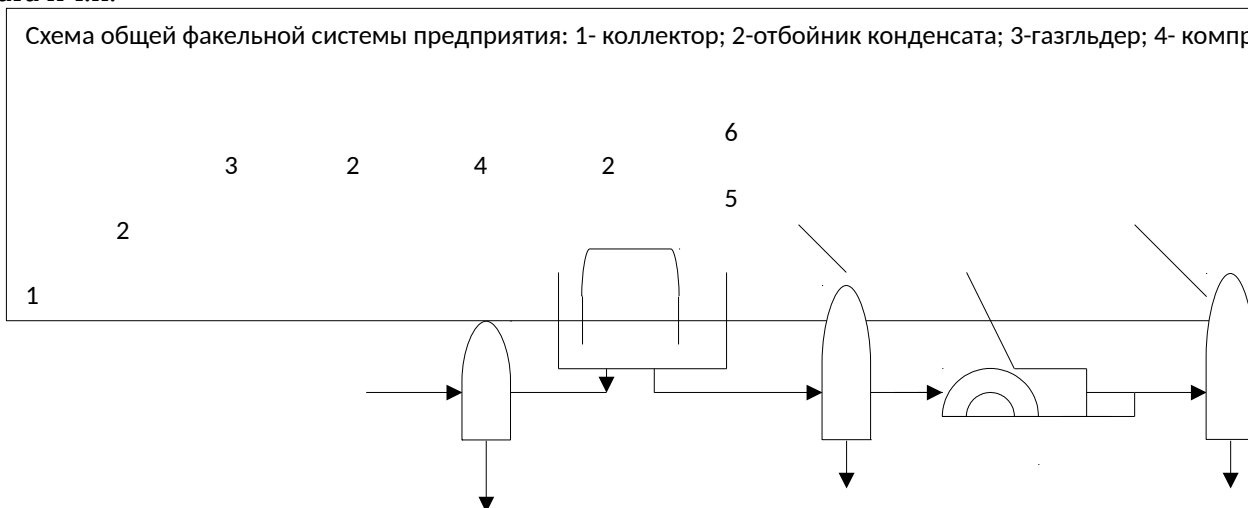
На них направляются сбросы горючих газов и паров, количество которых по той или иной причине временно не может быть реализовано; аварийные сбросы от предохранительных клапанов и других контрольно предохранительных устройств, установленных на технологической аппаратуре; сбросы продуктов из аппаратов перед их пропаркой, продувкой, ремонтом и т.п.

Факельные установки бывают общими на все предприятие и отдельными (специальными).

В общую факельную систему направляются сбросы горючих газов и паров, имеющих температуру не более 200⁰С, содержащих кислород в количестве не более 3%, содержащих сероводород в количестве не более 8%.

Общая факельная система состоит из газопроводов, берущих свое начало от источников (аппаратов) стравливания, общего факельного газопровода (коллектора), компрессора для перекачки сбрасываемых газов, установки сбора факельных сбросов и факельной трубы.

В состав установки сбора факельных сбросов обычно входят отбойники конденсата, газгольдеры переменного объема, компрессоры, насосы для откачки конденсата и т.п.



2. Способы защиты нагретых поверхностей от контакта с горючими веществами.

Опасность факельных установок, как источника зажигания заключается в наличии постоянно действующего открытого пламени.

Неправильное устройство факельных установок может привести:

- к опасному тепловому воздействию открытого пламени на смежное газоопасное технологическое оборудование;

- к интенсивному искрообразованию в результате неполноты сгорания;
- к выбросу горящего конденсата;
- а также к загазованности близлежащей территории при срыве пламени.

Для предупреждения опасного проявления открытого пламени факельной системы предусматривают:

- рациональное размещение факельных труб в зависимости от рельефа местности (предпочтительнее на вышележащих участках территории предприятия) и с учетом направления господствующих ветров (возможный разлет искр, максимальное отклонение факела пламени под действием ветра);

- высоту факельных труб определяют расчетом с учетом теплового излучения;
- предусматривают безопасные противопожарные разрывы между факельной трубой и пожаровзрывоопасными производствами, сооружениями и отдельными аппаратами.

Для увеличения полноты сгорания сбрасываемых газов и паров, а следовательно, и для снижения образования искр факельную трубу оборудуют устройством для бездымного сжигания отходящих газов с подачей в горючую смесь водяного пара.

Для предупреждения выброса горящего конденсата из факельной трубы предусматривают многократную по длине газопроводов сепарацию жидкой фазы из сбрасываемых паров и газов с помощью уклонов факельных газопроводов, установки на них отбойников конденсата, конденсатоотводчиков, испарителей, а при необходимости теплоизоляцию и обогрев газопроводов.

Для предупреждения проскока пламени от факела в факельную трубу осуществляют непрерывную подачу сбрасываемых газов и паров с помощью газгольдеров переменного объема, сглаживающих неравномерность сброса, и двух компрессоров (один резервный).

Ограничение содержания кислорода (не более 3%) в сбрасываемых газах.

Автоматическую подачу в коллектор топливного газа в случаях прекращения поступления сбрасываемых газов, а также при отсутствии в факельной системе газгольдера.

Установку огнепреградителя на коллекторе перед вводом сбрасываемых газов и паров в факельную трубу.

Для предупреждения срыва пламени факела устраивают факельную трубу с защищенной от ветра газовой горелкой постоянного (дежурного) горения.

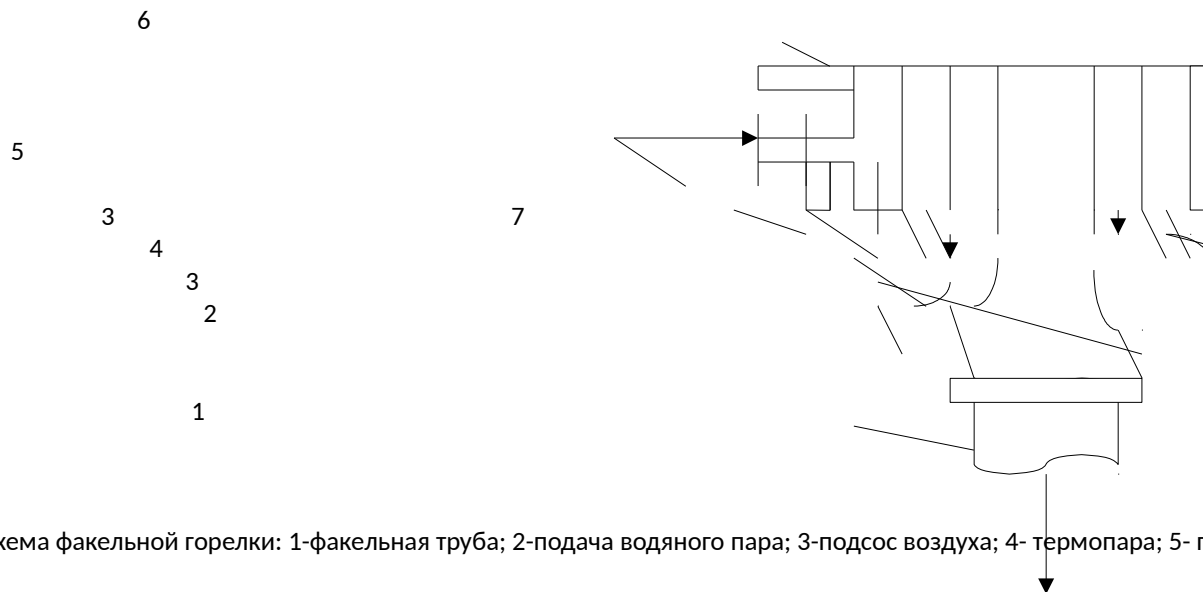


Схема факельной горелки: 1-факельная труба; 2-подача водяного пара; 3-подсос воздуха; 4- термомпара; 5- газгольдер; 6- компрессор; 7- коллектор топливного газа.

Увеличивают скорость движения сбрасываемых газов в устье факельной трубы, но не более 80 м/с.

Искры топок и двигателей также относятся к группе источников зажигания, как открытый огонь и раскаленные продукты сгорания.

Искры топок и двигателей образуются в результате неполного сгорания твердого, жидкого или газообразного топлива. Они представляют собой твердые тлеющие частички исходного топлива или его продуктов термического распада, взвешенные в газовом потоке продуктов сгорания.

Температура таких частиц, как правило, всегда выше температуры самовоспламенения большинства горючих веществ, обращающихся в технологическом процессе: $T_{ч} > T_{смв}$.

Из-за малых размеров (массы) искр их теплосодержание сравнительно невелико.

Поэтому искры относятся к малокалорийным источникам зажигания.

Они способны воспламенить только такие вещества, которые в достаточной мере подготовлены к горению: с развитой поверхностью или предварительно нагретые, и имеют небольшой период индукции.

К ним можно отнести вещества в парогазообразном состоянии при стехиометрическом (или близких к ним) концентрациях в смеси с воздухом, а также органические пыли и волокна в осевшем состоянии или в виде отложений.

Причины неполного сгорания связаны с химическим недожогом и механическим уносом топлива.

Образование искр может быть также связано с нарушением сроков очистки внутренних поверхностей топок, дымовых каналов и боровов от сажи, а также двигателей внутреннего сгорания - от нагаромасляных отложений.

Для предупреждения образования искр при работе топок и двигателей внутреннего сгорания предусматривают следующие мероприятия:

- автоматическое поддержание оптимальной температуры подаваемой на сжигание горючей смеси;
- автоматическое регулирование оптимального (стехиометрического с небольшим избытком воздуха) соотношения между топливом и воздухом в горючей смеси;
- контроль за техническим состоянием и исправностью устройств для сжигания топлива;
- предупреждение длительной работы топок и двигателей в форсированном режиме, с перегрузкой и т.п.
- использование тех видов топлива, на которые рассчитаны топка и двигатель;
- систематическая очистка внутренних поверхностей топок, дымовых каналов и двигателей внутреннего сгорания от сажи и нагаромасляных отложений.

Высоконагретые продукты сгорания

Образуются при сжигании топлива в топках и двигателях внутреннего сгорания, когда в технологических процессах применяют аппараты с огневым или дымогазовым подогревом, а также используют внутрицеховой транспорт.

Опасность представляет выход высоконагретых продуктов сгорания через трещины и неплотности в соединениях.

Мероприятия.

Следят за состоянием и исправностью металлических стенок и кладки дымовых каналов и боровов, не допуская их повреждения и выхода продукта сгорания через трещины и неплотности в дымовых и выхлопных каналах (соединениях). Нагретые до T поверхности металлических трубопроводов (дымовых каналов) защищают теплоизоляцией из негорючих материалов. $T_{нов}$ неизолированных дымовых каналов $< 80\% T_{восп}$

Искрогасители и искроуловители, их устройство и принцип действия

Для улавливания и гашения, образующихся при работе топок и двигателей искр применяют искроуловители и искрогасители. Их работа основана на использовании:

- гравитационных сил (осадительные камеры);
- инерционных сил (камеры с перегородками, сетками, насадками);
- центробежных сил (циклонные и турбинно-вихревые камеры);
- электромагнитных (электрофильтры) сил.

Все они обеспечивают принципы улавливания и гашения искр.

Наибольшее распространение на практике получили искроуловители гравитационного, инерционного и центробежного типа.

Гравитационный искроуловитель.

Такой уловитель работает следующим образом. Искры, взвешенные в потоке дымовых газов, поступают в осадительную камеру, где скорость газового потока за счет увеличения живого сечения резко падает. Искры оседают на дне камеры, и по мере накопления их удаляют путем периодической очистки.

Инерционный искроуловитель одновременно использует не только силы инерции, ни и гравитационные силы и эффект охлаждения искр. Газовый поток, проходя через лабиринтную систему перегородок и встречая на своем пути препятствия, вынужден круто изменять направление своего движения. Искры, по инерции ударяясь о перегородки, теряют скорость и под действием сил тяжести оседают на дно уловителя.

В центробежных искроуловителях циклонного типа газовому потоку вместе с искрами на входе через тангенциальный патрубок сообщается вращательное движение. Искры отбрасываются к стенкам циклона, скорость их падает, они измельчаются и, охлаждаясь, гасятся, оседая в нижней части циклона (в бункере).

Искроуловители-электрофилтры используют электромагнитные силы, возникающие в электрическом поле высокого напряжения. Электрофилтры применяют для улавливания искр топочных газов на электростанциях, искр (сажи) на заводах технического углерода и т.п.

3. Тепловое проявление механической энергии.

При взаимном трении тел за счет совершения механической работы происходит их разогрев. При этом механическая энергия переходит в тепловую энергию. 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 с образованием искр;
- поверхностное трение тел;
- и сжатие газов.

Искры удара и трения, их опасность в различных горючих средах

При определенной силе удара некоторых твердых тел друг о друга могут образоваться искры, которые называют искрами удара или трения. Это высоконагретые частицы металла или камня.

Несмотря на высокую температуру искры, ее воспламеняющая способность сравнительно невысока, т.к. из-за малых размеров (массы) запас тепловой энергии искры очень мал.

Например, для стальной частицы даже крупных размеров, с эквивалентным диаметром 0,5 мм, он составляет около 0,418 Дж при ее охлаждении с 1550⁰С до 450⁰С (т.е. от температуры плавления до температуры самовоспламенения большинства горючих веществ).

Искры способны воспламенять парогазовоздушные смеси, имеющие малый период индукции, небольшую минимальную энергию зажигания.

Наибольшую опасность в этой связи представляют ацетилен, водород, этилен, оксид углерода и сероуглерод.

Воспламеняющая способность искры, находящейся в покое, выше летящей, т.к. 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 воспламенять 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.).

Мероприятия для предупреждения опасного проявления искр удара и трения:

- использование искробезопасного инструмента, изготовленного из бронзы, фосфористой бронзы, латуни, бериллия, дюралей с содержанием магния не более 1,2-

1,8%, нержавеющие стали марки 1X18H9T (обмедненный инструмент очень недолговечен из-за мягкости меди и быстрого ее истирания);

- используют обдув чистым воздухом в местах производства работ, связанных с использованием искроопасного инструмента, при существовании образования горючих смесей;
- исключение попадания в машины металлических примесей и камней обеспечивают тщательной очисткой веществ и материалов просеиванием, промывкой, улавливанием с помощью магнитных сепараторов, камнеулавливателей;
- удары подвижных механизмов о неподвижные части машин предупреждают тщательной регулировкой калиброванных зазоров, центровкой и балансировкой вращающихся механизмов, использованием прокладок из цветных металлов и т.д.

Поверхностное трение тел.

Перемещение относительно друг друга соприкасающихся тел требует затраты энергии на преодоление сил трения.

Эта энергия почти целиком превращается в теплоту, которая при определенных условиях может стать источником зажигания.

Количество выделившейся теплоты, 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 представляет подшипники скольжения сильно нагруженных и высокооборотных валов машин и аппаратов.

Перегрев транспортных лент и приводных лент связан с длительным проскальзыванием (пробуксовкой) шкива относительно ремня или ленты из-за слабого натяжения или перегрузки.

Безопасность эксплуатации обеспечивают:

- предупреждением перегрузки технологического оборудования с помощью дозирующих устройств;
- использованием систем автоматической блокировки со звуковой и световой сигнализацией и остановкой технологического оборудования при возникновении перегрузок;
- техническим обслуживанием (своевременным регулированием степени натяжения, предупреждением защемления и заклинивания лент и ремней, их перекосов и т.п.);
- замена плоскоремennых передач на клиноремennые.
- исключают возможность наматывания волокнистых материалов на вращающиеся валы.
- используют мероприятия по предупреждению перегрузки, повышения влажности; защита открытых участков валов, установка минимального зазора между валом и подшипником.

Перегрев твердых горючих материалов при их механической обработки путем резания, фрезирования, строгания, шлифовки связан с преодолением сил трения.

Опасность воспламенения при механической обработке представляют такие материалы, как целлулоид, термореактивные пластмассы, резина, некоторые активные металлы.

Мероприятия для снижения пожарной опасности:

- установка для каждого горючего материала оптимальной скорости резания;
- заточка инструмента;
- система охлаждения и места резания.

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 $P_{\text{раб}} = 10 \text{ МПа}$ (100ат), полиэтилена методом высокого давления, где $P_{\text{раб}} = 150\text{-}200 \text{ МПа}$ (1500-2000 ат), 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.

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

Чтобы предупредить перегрев компрессоров при сжатии газов:

- необходимо разделять процесс сжатия газов на несколько ступеней, если по условиям технологии требуется 4-5-кратное сжатие;
- устройство систем охлаждения газа на каждой ступени сжатия;
- установкой предохранительного клапана на нагнетательной линии за компрессором;
- автоматический контроль и регулирование температуры сжимаемого газа путем изменения расхода охлаждающей жидкости, подаваемой в холодильники;
- автоматическая система блокировки, обеспечивающая отключение компрессора в случае увеличения давления или температуры газа в нагнетательных линиях;
- очистка теплообменной поверхности холодильников и внутренних поверхностей трубопроводов от нагарообразных отложений.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

2.1 Практическое занятие №1 (2 часа).

Тема: «Пожарная безопасность процессов нагревания горючих веществ и материалов»

2.1.1 Задание для работы:

1. Пожарная безопасность процессов нагревания горючих веществ и материалов.
2. Пожарная опасность и профилактика нагревания острым и глухим водяным паром.
3. Пожарная опасность нагревания горючих веществ пламенем и топочными газами.
4. Теплопроизводящие установки, используемые в технологическом производстве, меры пожарной безопасности.
5. Нагревание высокотемпературными теплоносителями, меры пожарной безопасности.

2.1.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Пожарная безопасность процессов нагревания горючих веществ и материалов.

Нагревание и охлаждение веществ, являются наиболее распространенными процессами во всех отраслях промышленности. В химической, нефтехимической и других отраслях промышленности нагревать и охлаждать приходится горючие вещества, легко воспламеняющиеся и горючие жидкости, что сопряжено с большой пожарной опасностью.

Нагревание применяют для уменьшения вязкости жидкостей, осуществления процессов перегонки, ректификации, сушки, выпаривания, плавления и т.д.

В промышленности применяют различные способы нагревания с использованием следующих теплоносителей: водяного пара; топочных газов; специальных теплоносителей; электрического тока; горячего воздуха; тепловой энергии ядерных реакций.

Выбор теплоносителей и способа нагревания зависит от многих факторов, таких, например, как:

- возможность получения необходимой температуры нагреваемого продукта;
- простота конструктивного устройства оборудования и его эксплуатации;
- пожаровзрывобезопасность процесса;
- экономичность.

Кроме этого, теплоносители должны удовлетворять следующим требованиям:

1. быть химически стойкими в условиях процесса;
2. не давать отложений на стенках аппаратов;
3. не вызывать коррозии материалов аппаратуры;
4. легко транспортироваться.

Для охлаждения применяются следующие теплоносители: атмосферный воздух; вода; холодные потоки промежуточных и конечных продуктов; искусственный холод.

Аппараты, предназначенные для проведения тепловых процессов, называют теплообменными.

По принципу действия теплообменные аппараты различают:

- рекуперативные;
- регенеративные;
- смешительные.

В рекуперативных теплообменных аппаратах теплоносители разделены стенкой и тепло передается через стенку.

В регенеративных теплообменных аппаратах одна и та же поверхность твердого тела попеременно омывается различными теплоносителями.

В смешительных теплообменных аппаратах передача тепла происходит при непосредственном соприкосновении и смешении теплоносителей.

2. Пожарная опасность и профилактика нагревания острым и глухим водяным паром.

Водяной пар является самым распространенным горячим теплоносителем (нагревающим агентом). Обычно применяют насыщенный водяной пар при давлении 0,5-1,2 МПа, что позволяет осуществлять нагревание до 180°C.

Если водяной пар вводится непосредственно в нагреваемую среду и смешивается с ней, говорят о нагревании «острым» паром.

Если пар не соприкасается с нагреваемой средой, а теплопередача от пара к среде идет через разделяющую стенку, говорят о нагревании «глухим» паром.

Нагревание острым паром.

Рассмотрим схему процесса нагревания «острым» паром.

Пар вводят через барботер непосредственно в нагреваемую жидкость. При этом он конденсируется, и конденсат смешивается с нагреваемой жидкостью. Их температуры выравниваются.

Отсюда ясно, что острый пар можно использовать лишь в тех случаях, когда допустимо смешение нагреваемой среды с конденсатом.

При использовании острого пара одновременно с нагреванием происходит интенсивное перемешивание вещества, что иногда необходимо по технологическим соображениям.

Часто острый пар применяют для продувки аппаратов с целью освобождения их от остатков горючей жидкости и ее паров.

При оценке пожарной опасности процесса нагревания горючих веществ острым паром необходимо учитывать, прежде всего, температуру нагревания. Если температура нагревания горючей жидкости будет находиться в пределах воспламенения, в аппарате будет образовываться горючая концентрация паров.

Следует учитывать и давление в аппарате. При этом возможны два нежелательных случая.

Первый случай. При подаче водяного пара давление в аппарате повышается и может превзойти допустимый уровень. Чтобы исключить это явление, применяют автоматические регуляторы расхода пара.

Второй случай. Давление водяного пара становится меньше давления в аппарате. Тогда нагреваемая жидкость будет передавливаясь в паровую линию и далее - в паровой котел. Чтобы исключить это явление, применяют обратные клапаны.

Нагревание глухим паром.

Этот способ наиболее распространен. Для осуществления применяются специальная теплообменная аппаратура или теплообменники, в которых пар, конденсируясь, отдает свое тепло нагреваемому веществу путем теплопередачи через разделяющую стенку (теплообменную поверхность).

Во избежание непроизводительного расхода пара и беспрепятственного удаления конденсата (без выпуска пара) применяют специальные устройства – конденсатоотводчики.

Теплообменники.

Наибольшее распространение для проведения теплообменных процессов получили кожухотрубчатые теплообменники, их более 80% из общего объема применяемой теплообменной аппаратуры.

В теплообменниках производят нагревание (тогда их называют подогревателями), охлаждение (холодильники), конденсацию (конденсаторы), испарение (испарители или кипятильники).

При нагревании веществ в кожухотрубчатых теплообменниках в качестве теплоносителей можно использовать пар, горячую воду, горячие продукты производства (жидкие, газообразные и парообразные).

Кожухотрубчатые теплообменники бывают нескольких типов.

Так, кожухотрубчатый теплообменник типа ТН – теплообменник с неподвижной решеткой, теплообменник ТЛ – теплообменник с линзовым компенсатором, ТУ и ТП – теплообменники с U-образными трубками и плавающей крышей, теплообменник типа ТТ – теплообменник «труба в трубе».

Наибольшее распространение среди аппаратов этого типа получили кожухотрубные теплообменники. Они предназначены для работы с теплоносителями жидкость – жидкость, пар – жидкость, газ – жидкость, газ – газ и представляют собой аппараты, выполненные из рядов труб, собранных при помощи решеток в пучок и заключенных в кожух. Концы труб для обеспечения плотности их соединения с трубными решетками (досками) развальцовывают, припаивают или приваривают к трубным решеткам, либо закрепляют с помощью сальниковых соединений.

Рис. Кожухотрубчатые теплообменники:

а — с жестким креплением труб в трубных решетках; б — с линзовым компенсатором на корпусе; в — с U-образными трубками; г — с нижней плавающей головкой; д — с концентрическими поперечными перегородками; е — с сегментными поперечными перегородками; ж — с многоходовым движением в трубном пространстве; 1 — труба; 2 — кожух; 3 — линзовый компенсатор; 4 — U-образная труба; 5 — плавающая головка; 6, 7 — сегментная и концентрическая перегородки; 8 — перегородки в крышке и днище

Устройство, принцип работы, в каких технологических операциях необходимо использовать тот или иной тип таких теплообменников, их преимущества и недостатки, мы рассматривали с вами в предыдущем семестре.

А сегодня мы поговорим, в чем заключается пожарная опасность кожухотрубчатых теплообменников и, в каких случаях она возникает.

При нормальной работе кожухотрубчатых теплообменников объем трубного и межтрубного пространства полностью заполнен теплоносителем и нагреваемым продуктом.

Нагреваемые горючие газы и пары, а также газообразные или парообразные теплоносители не содержат кислорода или других окислителей. Следовательно, внутри аппарата взрывоопасных концентраций быть не может, и пожарной опасности нет.

Однако пожарная опасность может возникнуть из-за разгерметизации соединений и образования неплотностей в результате повреждений отдельных узлов теплообменников.

В зависимости от места повреждения и соотношения давлений могут быть различные случаи создания пожарной опасности.

Первый случай. Из аппарата выходит наружу горячая жидкость. В результате ее растекания и испарения могут образоваться местные горючие концентрации. Это происходит, когда жидкость нагрета выше температуры вспышки, другими словами, рабочая температура жидкости больше температуры вспышки: $t_p > t_{всп}$.

При выходе из аппарата горючих паров или газов также может иметь место загазованность с образованием горючих концентраций.

Второй случай. Нагреваемый продукт попадает на теплоноситель.

Если в качестве теплоносителя применяют водяной пар, то при попадании в него нагреваемого горючего продукта (когда давление продукта больше давления пара) последний может пройти в паровой котел или канализацию, что сопряжено с опасностью образования горючей среды.

Третий случай. Теплоноситель (пар) попадает в нагреваемый продукт.

Это может произойти, когда давление пара больше давления нагреваемого продукта. В результате продукт обводняется и может стать опасным для последующих технологических операций. Так, при поступлении обводненного продукта в высоконагретый аппарат вода мгновенно вскипает, давление резко повышается и может превысить допустимый уровень.

Основные причины разгерметизации соединений, появления неплотностей и повреждений в теплообменных аппаратах:

- образование повышенного давления;
- возникновение температурных напряжений;
- воздействие коррозии.

Образование повышенного давления в теплообменном аппарате возможно в следующих случаях:

1. при росте подачи нагреваемого продукта;
2. при увеличении гидравлического сопротивления аппарата или трубопровода, находящегося за ним;
3. при вскипании продукта;
4. при увеличении подачи теплоносителя.

При эксплуатации теплообменников-подогревателей необходимо осуществлять строгий контроль за состоянием их теплообменной поверхности, т.к. при длительной эксплуатации теплообменные поверхности загрязняются, подвергаются коррозии за счет обрабатываемого продукта и за счет теплоносителя. Эти загрязнения и отложения резко ухудшают теплообмен.

В теплообменниках типа ТН возможно возникновение значительных температурных напряжений. Большие внутренние напряжения могут привести к деформации элементов аппарата, нарушить плотность его развальцовки и герметичность систем.

При пуске и остановке аппаратов, при одновременном пуске в аппарат продукта и теплоносителя имеют место максимальные разности температур между корпусом и трубками. В этих случаях корпус и трубки будут испытывать наибольшие температурные усилия.

Существуют два пути снижения температурных напряжений:

1. Уменьшение разности температур между корпусом и трубками. Это достигается поддержанием постоянного температурного режима, медленным разогревом и охлаждением теплообменника при остановке и пуске, одновременным пуском теплоносителя и нагреваемого продукта. Теплоизоляция корпуса теплообменника также способствует решению этой задачи.

2. Обеспечение независимых деформаций корпуса и пучка трубок. Это достигается использованием температурных компенсаторов, которые могут быть в виде «плавающей головки» (теплообменники типа ТП), U-образных трубок (теплообменники типа ТУ), линз на кожухе (теплообменники типа ТЛ). Компенсацию температурных напряжений обычно применяют тогда, когда разность температур между кожухом и пучком труб превышает 50 градусов.

Если рабочую температуру в теплообменнике повысить, температурное воздействие должно компенсироваться снижением рабочего давления. Для теплообменников из углеродистой стали соотношения между допустимыми значениями давления и температурой в аппаратах в следующей таблице.

Условное давление, МПа	Давление гидравлическом испытании, МПа	Допустимое давление (МПа) при $t_p, ^\circ\text{C}$			
		при 200	250	300	350
1,6	2,0	1,6	1,5	1,3	1,2
2,5	3,2	2,5	2,3	2,0	1,8
4,0	5,0	4,0	3,7	3,3	4,5
6,4	8,0	6,4	5,6	5,0	4,5

Нагреваемое горючее вещество может выйти наружу при вскрытии аппарата, не полностью освобожденного от продукта.

Продукт и теплоноситель могут выйти наружу и в случае образования неплотностей во фланцевых соединениях штуцеров и крышек.

При этом продукт разливается по полу (площадке), пропитывает теплоизоляцию, загрязняет трубопровод, арматуру и т.п.

Чтобы избежать этих нежелательных явлений и быстрее ликвидировать последствия, предусматривают ряд мероприятий: контроль за герметичностью соединений; полное удаление горючей жидкости из аппарата перед остановкой на ремонт; очистку и продувку межтрубного и трубного пространства водяным паром; замену пропитанной горючими веществами теплоизоляции; размещение теплообменников на открытых площадках с твердым покрытием и уклонами для смывания водой разлившегося продукта; ограждение площадки сплошным бортиком для ограничения растекания разлившейся горючей жидкости (высота бортика должна быть не менее 0,15 м); оборудование теплообменников системами подачи пены или водяного пара для тушения возникшего пожара.

Охлаждение горючих жидкостей и газообразных продуктов осуществляется также в кожухотрубчатых теплообменниках (холодильниках). При этом в качестве охлаждающих агентов используют атмосферный воздух, речную воду и воду их артезианских скважин, холодильные рассолы, сжиженные газы, пары низкокипящих жидкостей.

3. Пожарная опасность нагревания горючих веществ пламенем и топочными газами.

Нагревание пламенем и топочными газами относится к числу наиболее известных и давно применяемых способов нагрева. Этот способ не потерял своего значения и в настоящее время, так как позволяет осуществлять нагревание до высоких температур от 1000 до 1100°С.

Наиболее часто топочные газы используют для нагрева промежуточных теплоносителей. Так, в котельных получают горячую воду и водяной пар, которые затем используются в теплообменной аппаратуре в качестве теплоносителей.

Однако открытое пламя и топочные газы часто используют непосредственно для нагрева горючих веществ, например в процессах перегонки нефти, крекинга, пиролиза, гидроочистки углеводородов, разгонки смол, переработки растительных масел и в других процессах.

Нагревание это осуществляется в специальных печах, в которых сжигается твердое, жидкое или газообразное топливо.

Чаще всего для этих целей используется жидкое и газообразное топливо.

Теплота сгорания передается поверхности теплообмена лучеиспусканием и конвекцией. Теплообменная поверхность в печах обычно выполняется в виде пучков труб, соединенных коллекторами, или в виде непрерывного змеевика.

Такие печи носят название трубчатых печей.

Трубчатые печи широко применяются в нефтеперерабатывающей, химической, нефтехимической и других отраслях промышленности.

Устройство печи, с. 196-199.

Камера А называется радиантной, так как в ее пространстве передача тепла осуществляется главным образом радиацией за счет теплового излучения пламени, горючих продуктов горения и раскаленных поверхностей стенок печи.

Камера Б называется конвекционной, так как в ее пространстве передача тепла от топочных (дымовых) газов осуществляется в основном конвекцией.

Каркас трубчатой печи обычно изготавливается из стали и воспринимает на себя нагрузку основных элементов печи и температурных напряжений. Кирпичная кладка выполняется трехслойной: наружный слой выкладывается из красного кирпича, средний слой – из теплоизоляционного кирпича, внутренний слой – из огнеупорного кирпича.

Радиационная (радиантная) камера – это топка. В ней находятся главные горелки или форсунки для сжигания газа или жидкости. Количество горелок зависит от мощности печи, ее назначения, нагреваемого продукта и используемого топлива (бывает 16 и более горелок или форсунок)

Теплообменная поверхность образуется трубами, внутри которых движется нагреваемый продукт. Снаружи трубы обогреваются пламенем и продуктами горения топлива.

Более современными являются трубчатые печи с излучающими стенками из беспламенных панельных горелок и двусторонним облучением труб змеевика.

Панельные горелки изготавливаются из керамики и имеют каналы, в которых происходит сжигание газообразного топлива.

Пожарная опасность трубчатых печей весьма велика.

Это объясняется рядом факторов.

Во-первых, мощной топливной системой (мазут, природный газ и т.п.), горючее из которой поступает на сжигание в топку.

Во-вторых, большим количеством нагреваемого горючего продукта, который движется по змеевикам под большим давлением.

В-третьих, высокой температурой нагревания продуктов, которая иногда превышает температуру их самовоспламенения.

Далее, наличием открытого огня и раскаленных продуктов горения, температура которых достигает 1000-1100 °С; появление неплотностей и повреждений в трубах, в результате чего из них может выйти наружу большое количество нагреваемого продукта.

Высоконагретые поверхности печи (кладка, трубы, двойники) и открытый огонь в топке обуславливают высокую пожарную опасность не только самой печи, но и соседних технологических аппаратов с горючими веществами.

Поэтому предотвращение возникновения пожара и взрыва – главная проблема при использовании трубчатых печей в технологическом процессе производств.

Возможные причины и взрывы при эксплуатации трубчатых печей.

Взрыв в топочном пространстве трубчатой печи произойдет в том случае, если в топке образовалась горючая среда.

Это может быть в двух случаях.

1. В период пуска, перед розжигом. Если из топливной линии или из змеевиков в топку попало топливо или горючий продукт, может образоваться горючая смесь с воздухом. Взрывоопасная смесь образуется и при нарушении порядка операций при розжиге печи. Чтобы избежать этого, необходимо строго соблюдать правила пуска печи, изложенные в технологическом регламенте и специальной инструкции.

2. В моменты внезапного погасания факелов пламени на горелках или форсунках при последующем возобновлении подачи топлива.

Погасание факелов пламени может произойти по разным причинам: либо в жидкое топливо попала вода и образовались водяные пробки, либо в газовых топливных линиях образовался конденсат. Кроме того, при временном прекращении подачи топлива также может погаснуть пламя в форсунках.

Горючее, поступившее в топку, испаряется, и пары его с воздухом могут образовать взрывоопасную смесь.

Меры пожарной безопасности. Чтобы избежать этой опасности, следует:

- не допускать попадания воды в топливо, очищая его и от механических примесей;
- в установленные сроки производить чистку форсунок;
- использовать автоматические системы перекрывания топливной линии при погасании факела пламени;
- предусмотреть возможность перехода на другой вид топлива.

Во избежание разрушения печи при возможном взрыве в топочном пространстве (в стенках радиантной камеры) делают предохранительные клапаны шарнирно-откидного или иного типа.

Взрыв в борове (дымовом канале) трубчатой печи может произойти, если не обеспечено полное сгорание топлива, что имеет место при недостатке воздуха. Дымовые газы, обогащенные продуктами неполного сгорания топлива (в частности, водородом, окисью углерода), смешиваясь с воздухом, могут воспламениться. Неполное сгорание топлива имеет место при неправильном ведении процесса горения. Воздух может подсасываться через неплотности кладки.

Меры пожарной безопасности. Во избежание опасности взрыва в боровых следует:

- обеспечить правильное ведение процесса горения, контролируя его газоанализаторами (в топочных газах максимум двуокиси углерода и отсутствие окиси углерода и водорода);
- следить за состоянием кладки, не допускать подсоса воздуха, своевременно обеспечивать ее ремонт;
- предусмотреть применение предохранительных клапанов мембранного типа для предохранения кладки борова на случай возможности взрыва.

Пожары при повреждении труб змеевика наиболее типичны.

Причинами повреждения труб змеевика могут стать прогары стенок труб, коррозия и эрозия материала труб, повышенное (по сравнению с нормой) давление продукта в змеевике.

Прогар стенки трубы возникает в результате сильного перегрева отдельного участка теплообменной поверхности. Механическая прочность металла снижается, появляется его текучесть, необратимые деформации, утоньшение, а затем разрыв стенки и выход продукта в топочное пространство. Перегрев бывает чаще в тех местах трубы, где имеются различные отложения (кокса, солей и др.) или инородные включения, являющиеся плохими проводниками.

Температуру стенки трубы на участках с отложениями и без отложений можно определить по уравнениям теплопередачи.

Мероприятия по уменьшению скорости образования кокса в трубах включают:

- обеспечение высоких скоростей движения продукта по змеевику (2-3 м/с);
- обеспечение равномерного обогрева труб по всей длине путем рационального их размещения, а также горелок и излучающих панелей;
- строгое соблюдение температурного режима работы печей.

Контроль за состоянием труб ведут визуально и с помощью приборов. Перегретые участки труб заметны: они имеют более светлую окраску. При плановых ремонтных работах делается осмотр (ревизия) труб, при котором выявляются места деформаций, вспучиваний.

Осуществляется контроль температуры дымовых газов над перевальной стенкой, которая в зависимости от типа печи не должна превышать 810-900 °С. Повышение этой температуры сверх нормы (без увеличения расхода топлива) свидетельствует об ухудшении теплообмена в радиантных трубах за счет их закоксования.

В случае появления опасности принимают следующие меры:

- снижают теплонапряженность поверхности труб;
- увеличивают скорость движения продукта по змеевик, подавая в него пар; осуществляют очистку змеевика от отложений с применением одного из следующих способов: механического, паромеханического, паровоздушного.

Наружная поверхность радиантных труб подвергается химической коррозии под действием кислорода воздуха и сернистых соединений, содержащихся в продуктах сгорания. Причем скорость процесса коррозии растет с увеличением коэффициента избытка воздуха и температуры поверхности труб.

Внутренняя поверхность труб змеевика подвергается коррозии под действием нагреваемого продукта и находящихся в нем примесей, а также механическому износу материала движущейся средой – эрозии.

Мероприятия по снижению вредного влияния коррозии и эрозии включают:

1. поддержание оптимального коэффициента избытка воздуха при сжигании топлива и умеренной теплонапряженности поверхности труб;
2. регулирование факелов пламени форсунок таким образом, чтобы они не доходили до поверхности экранов и не создавали местные перегревы, ведущие к перегосу металла;
3. очистку нагреваемого продукта от коррозионных примесей, введение в продукт ингибиторов коррозии;
4. очистку нагреваемого продукта от твердых примесей для снижения эрозийного износа материала труб.

Повышенное против нормы давление продукта может привести к повреждению труб змеевика.

Причиной повышения давления является возрастание гидравлического сопротивления системы при образовании кокса и солей. Поэтому отложения, ооксования, пробки в трубах весьма опасны в смысле образования повышенного давления в змеевике. В современных печах давление, как и температура, регулируются автоматически.

Пожары при повреждении двойников трубчатых печей возникают в результате выхода нагретого продукта наружу и его воспламенения. Выход продукта может иметь место в следующих случаях: при неплотном прилегании пробки к корпусу двойника; при выбросе пробки; при нарушении герметичности соединения труб с корпусом двойника; при повреждениях корпуса двойника.

Пожары при утечке топлива из топливных коммуникаций трубчатой печи могут иметь место при неисправностях фланцевых соединений, вентилей, задвижек, а также других повреждениях трубопроводов. Разлившаяся жидкость, пары (газы), вышедшие из топливных коммуникаций, воспламеняются от пламени форсунок (горелок) печи.

Мероприятия.

1. Наблюдение за состоянием топливной системы.
2. Предупреждение появления неплотностей и повреждений.
3. Смыв (уборка) разлившегося топлива.
4. Установка дополнительной задвижки (на расстоянии 10 м от печи) на топливной линии для быстрого отключения подачи топлива.
5. Остановка печи.

Трубчатая печь – источник зажигания горючих смесей, образующихся при авариях соседних аппаратов.

Печи опасны не только возможностью возникновения пожара при повреждениях непосредственно в них самих.

Они весьма опасны как возможные источники зажигания при авариях на соседних технологических установках и аппаратах: образующиеся паровоздушные смеси входят в соприкосновение с высокотемпературными элементами печей. Происходит воспламенение парогазового облака. Пламя быстро распространяется по облаку к месту аварии.

Существует и другая возможность воспламенения парогазового облака.

Оно может быть подсосано внутрь топки и там воспламениться. Пламя в результате обратного проскока может выйти из печи и распространиться до места аварии. Из-за медленного охлаждения печь остается источником зажигания даже при погасании форсунок (горелок).

Примечание. Для охлаждения печи от 1000 до 250 °С требуется от 3 до 6 часов – в зависимости от того, применяется принудительная вентиляция или естественная циркуляция.

По подсасываемой в печь горючей смеси происходит проскок пламени наружу при условии, когда скорость распространения пламени $w_{пл}$ будет больше скорости движения смеси $w_{см}$, т.е. $w_{пл} > w_{см}$.

Из этого следует, что для обратного проскока пламени наиболее благоприятные условия возникают при уменьшении скорости движения смеси. Такие условия создаются при снижении тяги в печи, т.е. при погасании форсунок (горелок), перекрытии задвижки борова, остановке дымососа.

В целях пожарной профилактики предусматривается:

1. между печами, расположенными на открытых площадках, и открытыми пожаровзрывоопасными установками размещать закрытые здания с неопасной технологией. Эти здания являются своеобразными защитными экранами;
2. делать разрывы между печами и соседними аппаратами (установками) по расчету, но не менее установленных нормами;
3. защищать теплоизоляцией высоконагретые наружные элементы печи, чтобы их температура не превышала 80% наименьшей температуры самовоспламенения веществ, применяемых в соседних аппаратах;
4. устраивать паровые завесы для изоляции печи от парогазового облака в случае аварии соседних аппаратов.

Паровая защита технологических печей предусматривает:

- наружную паровую завесу для предотвращения проникновения к печам облака горючей паровоздушной смеси при аварии на соседней технологической установке;
- систему внутреннего пожаротушения для локализации и ликвидации пожара непосредственно в камере печи; наличие специальных устройств продувки камер печи от горючих газов и паров перед розжигом и после остановки;
- эвакуацию продукта из змеевика;
- систему наружного паротушения с использованием переносных шлангов.

Трубчатые печи оборудуют стационарной системой паротушения.

4. Теплопроизводящие установки, используемые в технологическом производстве, меры пожарной безопасности.

Теплогенераторы и водогрейные котлы являются теплопроизводящими установками.

Пожарная опасность теплогенераторов и водогрейных котлов обусловлена двумя обстоятельствами: самим наличием топливной системы и применением открытого огня для нагревания воздуха или воды.

При эксплуатации теплогенераторов и водогрейных котлов могут иметь место взрывы в топочном пространстве и пожары при коммуникационных неисправностях, разливе жидкого топлива или выходе газа наружу.

Пожары также могут возникнуть и при попадании искр на легковоспламеняющиеся материалы, при контакте сгораемых конструкций с высоконагретыми элементами агрегатов и котлов (например, с дымовой трубой).

Меры пожарной безопасности в основном сводятся к следующему.

1. Контролировать исправность системы подачи топлива. Топливные баки целесообразно размещать на открытом воздухе. Исключить неисправности и неплотности в топливной арматуре.
2. Строгое соблюдение правил розжига форсунок и горелок.
3. Поддержание оптимального режима сжигания топлива, контроль за образованием искр; исключение возможности попадания искр на сгораемые материалы и конструкции зданий.
4. Контроль за исправностью системы автоматики, которая предназначена для подачи сигнала аварийного режима и отключения подачи топлива. Если погасло пламя, прекратилось поступление воды (воздуха), а также при загазованности агрегатов.

5. Нагревание высокотемпературными теплоносителями, меры пожарной безопасности.

В качестве высокотемпературных теплоносителей (ВТ) используются растворы солей, перегретая вода, металлы, расплавленные соли и смеси солей.

Использование ВТ позволяет нагревать какие-нибудь продукты до 300...400 °С, то есть дает возможность без применения открытого огня получать достаточно высокие температуры для нагрева.

С точки зрения пожарной безопасности предпочтение следовало бы отдать перегретой воде, но ее использование встречает затруднения: увеличение температуры воды связано с ростом давления, при котором осуществляется ее подача. Увеличивается стоимость теплообменной аппаратуры, опасность ее повреждения. Поэтому нагревание перегретой водой используют лишь в некоторых производствах.

Различают три группы высокотемпературных температурных теплоносителей.

Первая группа. Жидкометаллические ВТ (высокотемпературные теплоносители). В эту группу входят: литий, натрий, калий, ртуть, галлий, сплавы натрия и калия. В качестве ВТ металлы применяются в жидком и парообразном состоянии. Из всех ВТ жидкометаллические имеют наибольшую термическую стойкость.

Однако они оказывают и самое агрессивное воздействие на конструкции. Пары жидкометаллических ВТ обладают высокой токсичностью, пары щелочных металлов – высокой пожаровзрывоопасностью.

При рабочих температурах жидкометаллические ВТ интенсивно окисляются. Поэтому в парообразном состоянии их можно использовать лишь в герметичных установках, а в жидком состоянии – в защитной атмосфере инертных газов.

Вторая группа. Расплавленные соли и смеси солей ($TiCl_4$, смеси: $AlCl_3$ с $AlBr_3$, $NaNO_2$ с KNO_3 , $NaNO_2$ с KNO_3 и $NaNO_3$ и др.). Эти соединения обладают незначительной агрессивностью по отношению к металлам. Расплавленные соли наименее токсичны. Максимальная температура нагрева продуктов ограничивается термической стойкостью солей и не превышает $550^\circ C$. Наиболее совершенным ВТ этой группы является нитрит нитратная смесь, состоящая из 40 % азотистокислого натрия, 7% азотнокислого натрия и 53% азотнокислого калия. Однако в пожарном отношении она очень опасна, т.к. при рабочей температуре легко окисляет и нитрует органические вещества, вызывая пожары и взрывы.

Третья группа. Органические высокотемпературные органические теплоносители (ВОТ). Сюда входят минеральные масла, глицерин, дифенил, дифениловый эфир, ароматизированное масло и др. ВОТ используют как в жидком, так и в парообразном состоянии в интервале от минус 40 до плюс $100^\circ C$. Они, как правило, не корродируют конструкционные материалы; по сравнению с жидкометаллическими ВТ менее термически стойки. Все ВОТ горючи и взрывоопасны, некоторые в процессе нагревания разлагаются, выделяя газообразные продукты, которые с воздухом образуют взрывоопасные смеси.

Несмотря на отмеченные недостатки, ВОТ получили широкое распространение в различных отраслях промышленности. Чаще всего используются минеральные масла – компрессорное, цилиндрическое и др. Эти масла имеют сравнительно низкую стоимость. Существенный их недостаток – низкая термическая стойкость ($200-250^\circ C$). При разложении выделяются твердые частицы, загрязняющие теплообменные поверхности и создающие условия для прогара труб. Образуются и газообразные продукты, снижающие температуру вспышки масла. Из-за разложения масла появляется необходимость подпитки системы свежими порциями.

Наиболее распространенные ВОТ: дифенильная смесь (даутерм)- температура вспышки и самовоспламенения $115^\circ C$ и $695^\circ C$ соответственно, масло АМТ-300 - 176 и $330^\circ C$, мобилтерм-600 – $173-176$ и $340^\circ C$, дикумилметан – 151 и $425^\circ C$, дитоллилметан – 136 и $500^\circ C$, тетрахлордифенил – 223 и $704^\circ C$.

Все ВОТ являются горючими жидкостями. В условиях эксплуатации нагреваются значительно выше температуры вспышки, но ниже температуры самовоспламенения.

При нормальном режиме эксплуатации взрывоопасные концентрации ВОТ внутри аппаратов образоваться не могут, т.к. системы герметичны и полностью заполнены жидкостью или ее паром, а рабочее давление выше атмосферного. Однако пожарная опасность может возникнуть в случае появления неисправностей и повреждений, приводящих к выходу ВОТ из системы. Суть этих явлений (повышение давление, прогар труб, коррозия) рассмотрена выше.

Специфичность использования ВОТ заключается в термической стойкости теплоносителя. Более опасен тот теплоноситель, который обладает меньшей термической стойкостью, так как в результате разложения образуется большое количество газообразных и твердых продуктов, что приводит к изменению физико-химических и пожароопасных свойств теплоносителя, повышению давления в системе, прогару труб и т.п. Так, при длительном использовании масла АМТ-300 без удаления продуктов термического разложения температура вспышки его может снизиться с $176^\circ C$ до $60^\circ C$, а иногда и до $40^\circ C$, т.е. масло из разряда ГЖ переходит в разряд ЛВЖ. При этом температура самовоспламенения также уменьшается с 330 до $230^\circ C$, т.е. становится ниже рабочей температуры в системе.

Меры пожарной безопасности при использовании ВОТ заключаются в следующем.

1. Нагревание ВОТ в теплоагрегатах ведут в «мягких» условиях: теплоноситель подают в зону наименьшей температуры, в конвекционную часть змеевика, а затем уже в радиантные трубы. За температурой ВОТ и продуктов сгорания в топке ведется контроль, осуществляется автоматическое регулирование.

2. Продукты термического разложения ВОТ систематически выводятся из системы через расширительный бак, который находится под защитой азота, чтобы теплоноситель не соприкасался с воздухом. Контакт с воздухом способствует разложению ВОТ.

3. Ведется систематический контроль пожаровзрывоопасных свойств теплоносителя (температуры вспышки, температуры самовоспламенения).

4. Для улавливания твердых продуктов разложения устанавливаются фильтры; трубы котлов регулярно очищают от отложений.

5. При остановке системы жидкость спускают во избежание образования пробок. Трубопроводы защищают теплоизоляцией.

6. Котлоагрегаты защищают предохранительными клапанами.

7. Обеспечивают герметичность соединений путем сварки, использованием термостойких и плотных прокладок, уплотнений, сальников.

8. Котлоагрегаты размещают в изолированных помещениях – котельных.

9. Установку оборудуют системой аварийного слива.

10. Выносят в обособленное помещение расширительные баки, емкости, насосы, оборудование для подпитки котлов свежими ВОТ. Защищают их системами пенного и порошкового тушения. В топочное пространство котлоагрегатов и к дымовой трубе подводят водяной пар.

2.2 Практическое занятие №2 (2 часа).

Тема: «Пожарная безопасность процессов ректификации пожароопасных жидкостей»

2.2.1 Задание для работы:

1. Пожарная безопасность процессов ректификации пожароопасных жидкостей.
2. Пожарная безопасность процессов ректификации пожароопасных жидкостей.
3. Пожарная безопасность процесса ректификации нарушении материального баланса.

2.2.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Пожарная безопасность процессов ректификации пожароопасных жидкостей.

Ректификация - это наиболее полное разделение смесей жидкостей, целиком или частично растворимых друг в друге. Процесс ректификации заключается в многократном взаимодействии паров с жидкостью - флегмой, полученной при частичной конденсации паров. Основными типами аппаратов для проведения процесса ректификации являются ректификационные колонны (далее - РК)

Пожарная опасность процессов ректификации определяется пожароопасными свойствами веществ и режимом работы РК (температура, давление). Большинство колонн работает под небольшим давлением 0,12...0,7 МПа. При нормальных режимах работы, в РК работающих под избыточным давлением, образование горючей смеси невозможно. Горючие концентрации внутри РК могут образовываться в периоды остановки на ремонт и пуска колонн после ремонта. При авариях или неисправностях возможно: в колоннах, работающих под давлением - выход и воспламенение продукта, если продукт нагрет до температуры самовоспламенения и выше, а в колоннах, работающих под вакуумом - подсос воздуха и образование взрывоопасных концентраций внутри колонны.

Причины образования неплотностей и повреждений в РК: повышение давления, температурные и механические воздействия, химический износ оборудования. Повышение давления является следствием нарушений материального и энергетического балансов, процесса нормальной конденсации паровой фазы, попадания в высоконагретые РК жидкостей с низкой температурой кипения.

2. Пожарная безопасность процессов ректификации пожароопасных жидкостей.

Источниками зажигания в процессах ректификации могут быть: огневые работы; самовоспламенение нагретого продукта; самовозгорание пирофорных отложений; нагретые поверхности РК и другого оборудования.

Пожар на ректификационной колонне может быстро принять крупные масштабы, т. к. в результате аварии возможен выход наружу большого количества горючей жидкости и ее паров. Пары горючей жидкости выходящие наружу могут привести к образованию взрывоопасных концентраций в объеме помещений или на территории открытых площадок. Распространению пожара способствуют системы производственной вентиляции и канализации.

Специфические требования пожарной безопасности при проведении процессов ректификации:

- на открытых площадках ректификационное оборудование должно размещаться группами с учетом их пожарной опасности;
- перед пуском должны быть осмотрены, проверена исправность и готовность к работе всех связанных с РК аппаратов и трубопроводов, исправность контрольно-измерительных приборов, регуляторов температуры и давления в колонне, измерителей

уровня жидкости в нижней части колонны, приемниках ректификата, рефлюксных емкостях и емкостях остатка;

- РК, установленные на открытых площадках, должны быть оборудованы стационарной или полустационарной системой пожаротушения (колонны для разделения СГГ, а также колонные аппараты высотой 40 м и более) должны быть обеспечены стационарными системами водяного или воздушно-пенного охлаждения и тушения;

- приборы автоматического контроля уровня жидкости в сепараторах должны быть в исправном состоянии. При отсутствии стационарных приборов, должен осуществляться лабораторный контроль с периодичностью, определенной в производственных инструкциях;

- колонны необходимо оборудовать предохранительными клапанами.

Выброшенная через клапан флегма должна отводиться в дренажные системы;

- поврежденные участки теплоизоляции РК и их опор должны своевременно исправляться. Теплоизоляция должна быть чистой, исправной и выполнена так, чтобы при утечках не могли образоваться скрытые течи жидкости по корпусу;

- при разгонке полимеризующихся жидкостей необходимо принимать меры против образования и отложения полимеров в колонне (подача ингибиторов) и периодически производить очистку от отложений;

- перед открытием нижнего люка РК в аппарат необходимо подать пар или иметь наготове подключенный к паровой гребенке шланг;

- при переключении линий должно исключаться попадание в колонну воды или других низкокипящих жидкостей;

- после промывки и продувки колонны должно производиться полное удаление воды и конденсата;

- при подаче острого пара в РК должно производиться его освобождение от конденсата, образующегося в паровой линии;

- во избежание проявления высоких температурных напряжений в стенках аппаратов ректификационной установки, которые могут возникнуть под воздействием атмосферных осадков либо при пожаре, трубопроводы на прямых участках необходимо оборудовать температурными компенсаторами; защищать теплоизоляцией опорные металлические конструкции (опоры, юбки, этажерки и др.);

- на открытых установках в зимнее время спускные и дренажные линии, а также участки трубопроводов подачи замерзающих жидкостей (воды, щелочи и других жидкостей) должны иметь исправное утепление;

- ремонтные работы в колонне могут производиться лишь после полного удаления продукта и продувки РК паром.

3. Пожарная безопасность процесса ректификации нарушении материального баланса.

Нарушение материального баланса может произойти в результате увеличения подачи начальной смеси и флегмы или в результате уменьшения отбора из колонны паровой фазы и остатка. При этом будет образовываться избыточное количество паров легкокипящих компонентов, неизрасходованная теплота парообразования вызовет повышение температуры в колонне и повысится давление насыщенных паров.

Увеличение подачи исходной смеси и флегмы в колонну может произойти из-за нарушения работы насосов, неисправностей в системе подачи. Уменьшение отбора – из-за образования на тарелках и паропроводах твердых продуктов термического разложения нефти и нефтепродуктов – коксообразных веществ. Кокс и кристаллогидраты откладываются на колпачках, паровых патрубках и отверстиях тарелок, тем самым, уменьшая их проходное сечение и увеличивая гидравлическое сопротивление колонны.

Для предупреждения образования горючей среды внутри ректификационных колонн должны быть учтены следующие особенности:

- Ректификационные колонны должны быть обеспечены системами автоматического контроля за основными рабочими параметрами и системами автоматического регулирования.

- Чтобы в процессе эксплуатации колонн избежать засорения коксом патрубков и отверстий тарелок, трубок теплообменников, а также коммуникаций необходимо преимущественно использовать схемы перегонки нефти с предварительным испарением. При этом твердые соединения и тяжелые смолы будут отделяться от начальной смеси в колонне-испарителе.

- В случае обогрева нижней части ректификационных колонн острым водяным паром на паровых линиях необходимо предусматривать приспособления для спуска конденсата и обратные клапаны, предупреждающие попадание горючей жидкости из колонны в паропроводы.

- Ректификационные колонны должны быть оборудованы предохранительными клапанами, обеспечивающими стравливание избыточного количества паров и газов при повышении давления.

- Чтобы не допустить вибрации колонны необходимо устанавливать на самостоятельных мощных фундаментах, не связанных с фундаментами других аппаратов.

- Для снижения эрозионного износа в месте ввода исходной смеси необходимо устанавливать специальные рассекатели потока.

- Для поддержания постоянного температурного режима в колоннах, уменьшения потерь в окружающую среду, во избежание образования в корпусе высоких температурных напряжений колонны необходимо защищать теплоизоляцией. Несущие металлические конструкции должны защищаться специальными огнезащитными покрытиями.

2.3 Практическое занятие №3 (2 часа).

Тема: «Пожарная безопасность процессов окраски»

2.3.1 Задание для работы:

1. Пожарная опасность процессов окраски изделий.
2. Лакокрасочные материалы (ЛКМ), их пожарная опасность.
3. Особенности пожарной опасности окраски методами распыления ЛКМ, окутанием, обливанием, наливом в электрическом поле высокого напряжения.

2.3.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Пожарная опасность процессов окраски изделий

Пожарная опасность процессов окраски обусловлена:

- свойствами применяемых ЛКМ, в составе которых находится 50...60% и даже 70...80% легковоспламеняющихся растворителей;
- большим количеством образующихся при испарении растворителей паров, наличием источников зажигания и разветвленных путей распространения начавшегося пожара.

Наиболее пожаровзрывоопасен способ распыления сжатым воздухом, при котором образуется пожаровзрывоопасная смесь мельчайших взвешенных частиц лака или краски в воздухе.

Источники зажигания:

- тепловое проявление электрической энергии (разряды статического электричества);
- тепловое проявление механической энергии;
- тепловое проявление химической энергии (самовозгорание отложений ЛКМ);
- открытый огонь и горячие поверхности технологического оборудования.

Распространение возникших пожаров вызывается наличием:

- легкогорючих ЛКМ в непосредственной близости от окрасочных постов;

- сгораемых окрашиваемых изделий и оборудования, по которым может распространяться горение;
- вентиляционных воздуховодов;
- отходов (отложений) ЛКМ.

Меры профилактики.

Окрасочные работы следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.005-75.

1. Составление и разбавление всех видов лаков и красок необходимо производить в изолированных помещениях у наружной стены с оконными проемами или на открытых площадках. Подача окрасочных материалов должна производиться в готовом виде централизованно. Лакокрасочные материалы допускается размещать в цеховой кладовой в количестве, не превышающем сменной потребности. Тара из-под лакокрасочных материалов должна быть плотно закрыта, и храниться на специально отведенных площадках.
2. Помещения окрасочных и краскоприготовительных подразделений должны быть оборудованы самостоятельной механической приточно-вытяжной вентиляцией и системами местных отсосов от окрасочных камер, ванн окунания, установок облива, постов ручного окрашивания, сушильных камер и т. п. Не разрешается производить окрасочные работы при отключенных системах вентиляции.
3. Пролитые на пол лакокрасочные материалы и растворители следует немедленно убирать при помощи опилок, воды и др. Мытье полов, стен и оборудования горючими растворителями не разрешается.
4. Окрасочные камеры должны быть выполнены из негорючих материалов и оборудованы автономными системами местных отсосов, сблокированными с устройствами, подающими сжатый воздух или лакокрасочный материал к краскораспылителям. Красконагнетательные бачки при окраске распылением должны располагаться вне окрасочных камер.
5. При окрашивании в электростатическом поле электрокрасящие устройства должны иметь защитную блокировку, исключающую возможность включения распылительных устройств, при неработающих системах местных отсосов или неподвижном конвейере.
6. При открытой окраске, находящиеся в воздухе горючие вещества и материалы в твердом, жидком, парообразном, газообразном состоянии образуют горючую систему. Наиболее пожароопасными свойствами обладают растворители, большинство из которых могут образовывать взрывоопасные концентрации.
7. Ванны для окрашивания изделий окунанием вместимостью больше 0,5 м³ (как конвейерные, так и не конвейерные) должны иметь специальное укрытие и оборудованы вытяжной вентиляцией. Необходим хороший воздухообмен, который исключал бы образование взрывоопасных концентраций. Для этого скорость движения всасываемого воздуха в торцевых проемах камер должна быть 1,0...1,5 м/с. Объем удаляемого воздуха должен быть достаточен для разбавления выделяющихся паров растворителей до концентрации, не превышающей 20 % от нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР).
8. Для аварийного слива лакокрасочного материала, находящегося в ванне окунания вместимостью более 1 м³, устанавливается подземный резервуар, расположенный за пределами цеха на расстоянии не менее 1 м от глухой стены здания и не менее 5 м при наличии в стене проемов. Диаметр сливной трубы и уклон ее в сторону резервуаров должен быть таким, чтобы слив всего ЛКМ из ванны происходил за 3...5 минут.
9. В электрокрасочных камерах объем отсасываемого воздуха должен быть достаточным для разбавления выделяющихся паров растворителей до концентрации не превышающей 20 % от НКПР.
10. Количество ЛВЖ, ГЖ, которое могут одновременно храниться в кладовых при приготовительных отделениях, не должно превышать суточной потребности отделочного или окрасочного цеха. В кладовой должен быть перечень разрешенных к хранению материалов с указанием их количества.
11. Приготовление рабочих составов и окрасочные работы производить только при действующей приточной, вытяжной общеобменной вентиляции и вентиляции с местными отсосами от технологического оборудования.
12. Кабины для пневматического распыления необходимо оборудовать гидрофилтрами.
13. Лакокрасочные материалы, находящиеся в емкостях и трубопроводах установок централизованной подачи, в установках для отделки методом окунания и др. технологических емкостях с объемом больше 1 м³ в случае пожара сливать в подземную аварийную емкость, расположенную за пределами здания. Установки централизованной подачи после их опорожнения должны заполняться инертным газом, а аварийные емкости – продуваться инертным газом.
14. Если для лакирования и окраски намечается использование не предусмотренных проектом ЛКМ, то необходимо проверить расчетом, не вызовет ли такой переход увеличения концентрации паров в воздухе помещений свыше 5% НКПР.
15. Все оборудование окрасочных и краскозаготовительных отделений следует изготавливать из негорючих материалов.

16. Окрасочные камеры очищают от осевшей краски по мере ее накопления, но не реже одного раза в неделю от осевшей краски и не реже одного раза в смену от краски, плавающей на поверхности воды.

17. Воздуховоды вентиляционных систем постов окраски распылением очищают по мере их загрязнения, но не реже 1 раза в 2 месяца.

2. Лакокрасочные материалы (ЛКМ) и их пожарная опасность

Окраска подготовленных поверхностей осуществляется нанесением на них лакокрасочных материалов (лаков, красок, эмалей).

К числу лакокрасочных материалов относятся различные лаки, краски, в том числе художественные эмали, олифы, грунтовки, шпатлевки.

В настоящее время выпускается более 2 тысяч наименований лакокрасочных материалов.

Конечной целью любых окрасочных работ является получение на окрашиваемой поверхности металла, дерева, пластмассы тонкой пленки.

Лакокрасочным материалом называют композицию, которая, будучи равномерно нанесенной, на поверхность окрашиваемого изделия, в результате сложных химических и физических превращений формируется в сплошное полимерное покрытие с определенным комплексом свойств (защитных, декоративных, специальных).

Общим свойством всех лакокрасочных покрытий является изоляция поверхности от внешних воздействий, придания ей определенного вида, цвета и фактуры.

Это достигается за счет получения твердой пленки на основе органических и неорганических, например, жидкого стекла веществ. При этом толщина пленки может составлять несколько десятков или сотен микрометров.

Исходным продуктом для получения лакокрасочных материалов являются:

- пленкообразователи,
- растворители и разбавители,
- пластификаторы (мягчители),
- сиккативы,
- отвердители,
- наполнители,
- ускорители.

Группа синтетических пленкообразующих веществ, используемых в производстве лакокрасочных материалов гораздо шире и разнообразнее.

Это алкидные, эпоксидные, карбонидные, меламиноформальдегидные, фенолформальдегидные, перхлорвиниловые и другие смолы, битумы и асфальты.

2. Пластификаторы – это вещества, предназначенные для придания пленке эластичности, исключающие такие недостатки, как растрескиваемость и хрупкость. Используют в качестве пластификаторов эфиры фталевой и фосфорной кислот.

3. Растворители и разбавители - их применяют для растворения пленкообразователей с тем, чтобы лакокрасочный материал можно было нанести тонким слоем на окрашиваемое изделие.

В качестве растворителей применяются:

1. Бензин легкий (ЛВЖ, $T_{всп} = -30^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 250^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = -30^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 24^\circ\text{C}$).
2. Уайт – спирт, который является основным растворителем лаков и олиф (ЛВЖ, $T_{всп} = 33-36^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 250^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = 33^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 68^\circ\text{C}$).
3. Скипидар (ЛВЖ, $T_{всп} = 34^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 247^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = 32^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 53^\circ\text{C}$).
4. Ароматические углеводороды:
 - бензол - хорошо растворяет все масла (ЛВЖ, $T_{всп} = -11^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 560^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = -15^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 13^\circ\text{C}$);
 - ксилол - основной растворитель масляных лаков (ЛВЖ, $T_{всп} = 26-31^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 460-530^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = 24-27^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 58-65^\circ\text{C}$).

5. Спирты являются растворителями масел и смол:

- этиловый (ЛВЖ, $T_{всп} = 13^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 400^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = 11^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 41^\circ\text{C}$);
- бутиловый (ЛВЖ, $T_{всп} = 24^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 395^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = 20^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 55^\circ\text{C}$).

6. Эфиры - хорошо растворяют многие смолы, жиры и масла:

- этиловый эфир (ЛВЖ, $T_{всп} = -41^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 180^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = -44^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 16^\circ\text{C}$).
- этилацетат (ЛВЖ, $T_{всп} = -3^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 446^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = -6^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 28^\circ\text{C}$).

7. Кетоны используют для растворения эфиров целлюлозы, смол и масел:

- ацетон (ЛВЖ, $T_{всп} = -20^\circ\text{C}$, $T_{сmb} = 500^\circ\text{C}$, $T_{нппв} = -20^\circ\text{C}$, $T_{вппв} = 6^\circ\text{C}$).

Разбавителями называют жидкости, которые не растворяют пленкообразователь. Разбавитель разбавляет состав до рабочей консистенции. По своему физико-химическому составу разбавители мало отличаются от растворителей.

4. Сиккативы представляют собой соли металлов жирных кислот, используемые в виде растворов в уайт-спирите для ускорения сушки масляных и синтетических лаков и красок. Добавляют сиккативы в краски до 5-8%, в лаки до 10%. Лучшими сиккативами являются вещества, в состав которых входят кобальт, марганец, свинец, цинк, калий.

5. Пигменты и наполнители – это сухие краски, нерастворимые в маслах, лаках и лаковых растворителях. Они придают изделию нужную окраску и оказывают влияние на улучшение качества лакокрасочного покрытия.

Пигменты и наполнители бывают природные и искусственные, минеральные и органические. Наиболее известные из них: белила цинковые, охра жжёная, сурик свинцовый, крон цинковый, окись хрома и др.

Таким образом, следует иметь в виду, что основную часть всех компонентов лаков, красок, эмалей составляют растворители (50-60%), а в отдельных марках (70-80%). поэтому эти компоненты и оказывают влияние на пожарную опасность этих веществ.

Экспериментальные данные, полученные во ВНИИПО, по возгораемости затвердевших пленок лаков говорят о том, что все они горючи. И при окрасочных работах имеет место наличие большого количества отходов лаков и красок, которые в определенных условиях склонны к самовозгоранию.

Учитывая большую пожарную опасность большинства ЛКМ, лакокрасочная продукция подлежит обязательной сертификации в области пожарной безопасности.

3. Особенности пожарной опасности окраски методами распыления (ЛКМ), окунанием, обливанием, наливом в электрическом поле высокого напряжения.

- Особенности окраски методом распыления ЛКМ: пневматическое распыление или воздушное распыление, безвоздушное распыление, распыление в электрическом поле высокого напряжения (электростатическое распыление).

- Окрашивание методом окуна и обливания.
- Окрашивание порошковыми составами.
- Окрашивание ручным способом.
- Окрашивание электроосаждением.

Нанесение ЛКМ на поверхности осуществляется различными способами: кистями, вальцами, пневматическим или воздушным распылением, распылением в электрическом поле высокого напряжения, струйным обливанием с последующей выдержкой в парах растворителя, безвоздушным распылением с подогревом и без подогрева ЛКМ, окунанием и способом лаконолива.

Все способы нанесения лакокрасочных материалов (ЛКМ) подразделяют на два вида: ручные и автоматизированные.

Каждый способ нанесения ЛКМ имеет свое определенное значение, когда и где его можно использовать, но и при каждом способе нанесения ЛКМ имеются и определенные потери.

Пневматическое распыление или воздушное распыление. При данном способе окрашивания краска, которая захватывается из емкости воздушной струей, распыляется образуя факел красочного аэрозоля с углом раскрытия 60°. Струя краски с воздухом имеет скорость около 330 м·с⁻¹. Краска наносится краскораспылителем, к которому подводится краска и сжатый воздух. Сжатый воздух подается от компрессора под давлением 0,2...0,5 МПа. Краска подается по трубам из красконагнетательного бачка под давлением 0,02...0,025 МПа.

Достоинства: можно нанести лакокрасочные материалы на изделия любой конфигурации.

1. Недостатки: большой расход ЛКМ, большие потери лакокрасочных материалов (до 70%), высокая токсичность среды и большая пожарная опасность процесса из-за возможности образования горючих смесей паров растворителей с воздухом внутри окрасочных камер, воздухопроводов и в прилегающих помещениях.

Устройство и принцип работы индивидуальной установки показаны на рисунке 1.

Принцип работы.

Сжатый воздух от компрессора (воздушного насоса) поступает в масловодоотделитель, где, проходя через фильтр, очищается от частичек масла и конденсирующей влаги.

После масловодоотделителя часть воздуха через редуктор поступает в красконагнетательный бак, где создает заданное давление для выдавливания краски в распылитель, а другая часть воздуха под давлением поступает в краскораспылитель.

Для создания нормальных санитарно-гигиенических условий при окраске и для удаления огнеопасных паров растворителей окраску проводят в специальных окрасочных камерах.

Камеры оборудуют вентиляционной установкой и фильтрами для улавливания частиц краски и очистки воздуха.

Безвоздушное распыление. Более прогрессивным является способ безвоздушного распыления краски.

Этот способ применяется для окраски крупногабаритных изделий, которые не представляется возможным поместить в окрасочные камеры. Такие изделия окрашивают на местах сборки.

Сущность способа в использовании изменяющихся свойств ЛКМ при больших перепадах давления. При перепадах давления 10-20 МПа при выходе из сопла даже холодного ЛКМ образуется мелкодисперсный факел. Сокращаются потери на туманообразование, уменьшается вероятность образования пожаровзрывоопасных концентраций.

Краска находится под высоким давлением 4,0...25 МПа и распыляется без помощи сжатого воздуха. При выходе её из пистолета в атмосферу (вследствие перепада давления) резко повышается упругость паров растворителя, мгновенно испаряется легколетучая часть ЛКМ, происходит его дробление.

Достоинства данного способа:

- лучшее качество окраски по сравнению с пневматическим способом;
- удельный расход ЛКМ сокращается вследствие уменьшения туманообразования (потери сокращаются на 20-35%),
- на 15-20% сокращается расход растворителей, т.к. этот способ позволяет распылять более вязкие лакокрасочные материалы.

Недостатки: способ требует более тонкого перетирания пигментов, иначе краскораспылители быстро засоряются.

Достоинства такого вида окраски: этот способ окраски является менее пожаровзрывоопасным, при его использовании сокращается образование красочного тумана.

В последнее время способ нанесения ЛКМ под высоким давлением без нагрева стал широко применяться в промышленности. Его иногда называют механическим распылением.

Электростатическое распыление.

Суть способа состоит в том, что при введении струи распыленной краски в электрическое поле высокого напряжения частицы ее электризуются и притягиваются к положительному электроду (или заряженной детали) и осаждаются на окрашиваемой поверхности равномерным слоем, с минимальными потерями.

Основными элементами установки для окраски изделий в электрическом поле являются: высоковольтное выпрямительное устройство, окрасочная камера с распылителями, сушильная камера, аппаратура дозирования и подачи ЛКМ к распылителю, пульт управления и вентиляционная система, система блокировок.

В качестве выпрямителей, предназначенных для получения постоянного тока высокого напряжения (130кВ), могут применяться полупроводниковые селеновые или ламповые выпрямители.

Отрицательный полюс от выпрямителя подают к распылителем, а положительный на окрашиваемые изделия. Шины высоковольтной стороны имеют заземление, обеспечивающее снятие остаточных зарядов с распылителей электрических сеток и шинопроводов после выключения напряжения.

Управляется установка дистанционно, с пульта управления.

В отличие от камер пневматического распыления электроокрасочные камеры не имеют гидрофильтров.

При электроокраске лак может распыляться с помощью пневматических, электромеханических или электростатических распылителей.

Недостаток пневматического распыления в том, что часть краски пролетает мимо окрашиваемых изделий; некоторые частицы отскакивают и уносятся потоком вентиляционного воздуха, чем обусловлено значительное образование красочной пыли.

При электромеханическом распылении краски применяют центробежные распылители. Лакокрасочный материал подают на кромку внутренней поверхности чаши, вращающейся со скоростью 1200...2500 об/мин. Распыление происходит за счет центробежной силы и энергии электрического поля. Этот способ позволяет уменьшить потери краски.

При электростатическом распылении краски используют щелевые электростатические распылители, в которых распыление материала происходит с неподвижной коронирующей кромки и только за счет действия сил электрического поля.

В электрическом поле окрашивают изделия из металла, пластмасс, резины. Повышение электропроводности изделий достигается поверхностным увлажнением, обработкой растворами, нанесением специальных токопроводящих грунтовок.

К достоинствам этого способа можно отнести:

1. хорошее качество покрытия, экономичность (потери ЛКМ не превышают 5-10%);
2. возможность автоматизировать процесс и высокая производительность;
3. применение этого способа эффективно при окраске плоских изделий несложной конфигурации.

Недостатки:

- образование красочного тумана и наличие электрического поля высокого напряжения;
- при недостаточном воздухообмене может образоваться горючая среда в зоне окраски и вентиляционной системе.

Струйный облив и окунание. Изделие, двигаясь по конвейеру, подвергается обливу или окунанию. Изделия определенное время (10...15 мин) выдерживаются в парах растворителей, что создает благоприятные условия для стекания излишков ЛКМ. Концентрация растворителя 10...20 г·м⁻³.

Достоинством является то, что установки позволяют:

- автоматизировать процесс нанесения покрытий;

- производить окрашивание на одной линии с подготовкой поверхности и сушкой;
- уменьшить удельные потери ЛКМ;
- улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

Основные недостатки:

- невозможность многоцветного окрашивания одного изделия;
- необходимость больших производственных площадей;
- повышенный расход растворителей;

Окрашивание порошковыми материалами. Этот способ аналогичен способу электростатического распыления, только в данном случае вместо вязкой жидкости на изделие напыляется порошковый материал, получивший электрический заряд. Тонко дисперсные заряженные частицы порошка под воздействием силы электростатического поля перемещаются к противоположно заряженному изделию и осаждаются на его поверхности ровным слоем.

Процесс нанесения обычно автоматизирован и осуществляется в камерах с помощью подвижных сопел, напыляющих порошок на перемещающееся изделие. Неосевший порошок направляется на рекуператор.

Достоинства: возможность автоматизации.

Недостатки:

- загрязняется воздух в рабочем помещении;
- могут выделяться продукты разложения.

Ручные способы окрашивания кистью.

Достоинства:

- незначительные потери ЛКМ;
- отсутствие необходимости в спецоборудовании.

Недостаток: способ малопроизводителен.

Окрашивание электроосаждением. Процесс образования покрытия электроосаждения заключается в осаждении частиц лакокрасочного материала из водного раствора под воздействием электрического тока.

В промышленности, как правило, применяется анодное осаждение. При этом окрашиваемый предмет, являющийся анодом, погружается в ванну, корпус которой представляет собой катод. При пропускании через ванну постоянного тока краска равномерно осаждается на поверхности изделия.

При анодном окрашивании применяют водоразбавляемые ЛКМ. Это такие композиции, которые состоят из пленкообразующих пигментов летучей части. Главное место по объему занимает вода с добавками в виде органических растворителей в количестве < 5 %.

Достоинства: достигается равномерность толщины покрытия; отсутствие пор в покрытии; возможность полной автоматизации процесса.

2.4 Практическое занятие № 4 (2 часа).

Тема: «Пожарно-техническая экспертиза технологической части проекта и пожарно-техническое обследование технологии действующего производства»

2.4.1 Задание для работы:

1. Задачи пожарно-технической экспертизы технологической части проекта.
2. Нормативно-технические и руководящие документы.
3. Задачи пожарно-технического обследования технологии действующего производства.
4. Этапы и мероприятия проведения пожарно-технического обследования технологии производства

2.4.2 Краткое описание проводимого занятия:

1. Задачи пожарно-технической экспертизы технологической части проекта
Перед пожарно-технической экспертизой технологической части проекта стоят следующие задачи:

- 1) проверка проектных материалов на соответствие нормативным требованиям;
- 2) исследование пожарной опасности отдельных участков производства с целью разработки дополнительных требований в случае частичного отступления от действующих норм;

3) комплексное глубокое исследование пожарной опасности производства с целью разработки соответствующих требований в случае отсутствия норм для данного производства.

Простейшей задачей является первая, наиболее типичной — вторая, наиболее трудной — третья.

Проверка проектных материалов на соответствие нормативным требованиям проводится при условии, что для рассматриваемого проектируемого производства есть утвержденные нормы и правила. Эта работа предусматривает проверку правильности определения категории пожаровзрывоопасности производства и класса пожаровзрывоопасных зон, проверку правильности архитектурно-планировочных решений (с учетом технологии производства), проверку выполнения нормативных требований пожарной безопасности к технологическому оборудованию, а также проверку правильности определения производственных и складских помещений, подлежащих защите автоматическими установками обнаружения и тушения пожара.

Проверка правильности определения категорий пожаровзрывоопасности производства производится в следующем порядке:

на основании изучения технологии и размещения производства (по проекту) составляется перечень помещений и участков, для которых должны быть определены категории;

составленный экспертом перечень сравнивается с проектным перечнем помещений и участков, определяется полнота проектного перечня;

предварительно (без расчетов, только исходя из свойств обращающихся в производстве веществ) устанавливаются и анализируются категории для всех помещений, чтобы можно было составить общее представление о степени пожароопасности здания в целом;

выбираются помещения (особенно с малым количеством горючих веществ и материалов и проектной категорией, не соответствующей свойствам веществ) для детальной проверки правильности определения категории;

для выбранных помещений определяются категории; полученные результаты сравниваются с проектными данными.

Аналогично, проверяется правильность определения класса производственных зон (по ПУЗ). При этом используются материалы и расчеты, полученные при определении категорий.

Проверка правильности архитектурно-планировочных решений (с учетом технологии производства) производится на основании нормативных требований о разделении разнородных производств, отделении участков с повышенной пожарной опасностью от основного производства, выносе особо опасных участков (например, теплогенераторов в животноводческих помещениях) за пределы основного здания.

Проверка выполнения нормативных требований пожарной безопасности к технологическому оборудованию производится с использованием следующих документов: специальные главы СНиПов; ведомственные (отраслевые) нормы технологического и строительного проектирования; правила безопасности, в том числе ПБХП-74, типовые правила пожарной безопасности для промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также отраслевые правила пожарной безопасности.

Разработка дополнительных требований пожарной безопасности требуется в следующих случаях:

1) когда имеют место пожары на производствах, хотя нормы и правила соблюдены. Пожары (особенно крупные) тщательно исследуются и по материалам исследования вырабатываются конкретные противопожарные мероприятия;

2) 2) когда при проектировании принято вынужденное частичное отступление от норм и правил. В этом случае следует выяснить, каковы последствия частичного отступления от норм и как можно компенсировать это вынужденное отступление;

3) 3) когда отсутствуют (не разработаны, не утверждены) нормы и правила. В этом случае необходимо провести комплексное исследование пожарной опасности производства и по возможности использовать опыт обеспечения пожарной безопасности других сходных производств;

4) 4) когда необходимо внедрить достижения научно-технического прогресса (например, замена ЛВЖ пожаробезопасными моющими средствами и т. п.).

При проверке проекта в части соблюдения требований пожарной безопасности обычно используют метод сопоставления технических решений: решения, предусмотренные проектом, сопоставляются (сравниваются) с решениями, установленными соответствующими нормами и правилами. На основании такого сопоставления устанавливают соответствие проектных решений нормативным требованиям пожарной безопасности.

Для повышения качества и эффективности пожарно-технической экспертизы технологической части проектов современных производств следует использовать частные методики исследования пожарной опасности. Особое внимание нужно обратить на раздел проекта «Охрана труда» в котором в обобщенном виде отражены проектные решения по пожарной безопасности.

Сокращение затрат труда и времени (при высоком качестве пожаротехнической экспертизы) может быть достигнуто путем использования принципа выборочного контроля, который предполагает проведение детальной проверки характерных единиц из совокупности однородных аппаратов и процессов, входящих в состав данного производства. Обоснованием возможности применения такого принципа могут служить следующие обстоятельства: уровень проектирования, как правило, постоянен в пределах конкретного проекта; технологическое оборудование массового или серийного производства обладает примерно одинаковыми техническими характеристиками; однородные технологические процессы и аппараты одной конструкции и назначения обладают одинаковой пожарной опасностью и требуют одинаковых мер защиты.

Так, в проекте комбинированной нефтеперерабатывающей установки ЭЛОУ-АВТ-6 из 11 имеющихся ректификационных колонн достаточно вначале проверить лишь две колонны: с максимальным внутренним давлением (стабилизатор бензина) и с минимальным внутренним давлением (вакуумная колонна). Если обнаружены какие-либо недостатки, следует дополнительно проверить другие колонны.

При рассмотрении технологической части проекта проверяющий, как правило, выявляет ряд нарушений. Уже в ходе проверки у него могут возникнуть предложения по их устранению. Однако предложения следует рассматривать лишь как предварительные наброски будущих рекомендаций. Разработку же рекомендаций целесообразно начинать с анализа выявленных нарушений, включая их систематизацию, с установления связи между ними и с определения главных нарушений.

Так, в процессе проверки технологической части проекта одного из производств было установлено нарушение требований пожарной безопасности в размещении емкостных аппаратов с ЛВЖ, из которых часто брали пробы продуктов. Одновременно было выявлено и другое нарушение: проектом не предусматривались местные отсосы над этими аппаратами у мест отбора проб. Оценив опасность и характер выявленных нарушений, а также технологические особенности работы аппаратов, проверяющий предложил вынести аппараты на открытую площадку. Это предложение, направленное на исправление главного нарушения (по размещению технологического оборудования), одновременно устранило частное нарушение.

2. Нормативно-технические и руководящие документы

Основными нормативно-техническими документами, которые подлежат проверке при пожарно-техническом обследовании, являются «Типовые правила пожарной безопасности для промышленных, сельскохозяйственных и иных предприятий», а также

отраслевые правила пожарной безопасности, объектовые и цеховые инструкции о мерах пожарной безопасности.

«Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий» (утвержденные ГУПО МВД СССР в 1975 г.) содержат следующие разделы: общие положения, основные требования пожарной безопасности; требования пожарной безопасности для основных производственных, складских и вспомогательных зданий и помещений; специальные требования пожарной безопасности к ремонтно-монтажным и огневым работам; противопожарное водоснабжение, пожарная техника и средства связи; порядок совместных действий администрации предприятий и пожарной охраны при

ликвидации пожаров. Требования к обеспечению пожарной безопасности технологических процессов содержатся в основном в главах 2...4.

На основе «Типовых правил...» созданы отраслевые правила, например «Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности» (утвержденные Минхимпромом СССР в 1981 г.). Эти отраслевые правила конкретизируют «Типовые правила...». В них детально рассматриваются вопросы, связанные с содержанием территории предприятий, цехов, участков предприятий химической промышленности; технологическими процессами и установками; складами горючих веществ и материалов; опытными установками и лабораториями; электроустановками и средствами защиты от статического электричества; средствами автоматического контроля и регулирования; автоматическим контролем газовой среды в производственных помещениях; системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха; производственной канализацией; ремонтными огневыми работами; порядком совместных действий технического персонала предприятий, пожарной охраны и газоспасательной службы при ликвидации аварий и пожаров; техникой безопасности при тушении пожаров и ликвидации аварий; первичными средствами и стационарными установками тушения пожаров; системой электрической пожарной и пожарно-охранной сигнализации и др. На основе «Типовых правил...» и отраслевых правил создаются инструкции для предприятий в целом, а также цехов, участков. Эти инструкции разрабатываются и утверждаются на предприятии.

При пожарно-техническом обследовании работник госпожнадзора должен:

- 1) изучить основной технологический процесс анализируемого производства, а также вспомогательные процессы;
- 2) проверить, насколько соответствуют инструкции, действующие на данном предприятии, требованиям «Типовых правил...»;
- 3) проверить, полностью ли соблюдаются на предприятии требования пожарной безопасности, записанные в конкретной инструкции.

В случаях, когда требования правил и инструкций соблюдаются, а загорания все-таки имеют место, вырабатываются дополнительные меры пожарной безопасности.

3. Задачи пожарно-технического обследования технологии действующего производства.

Пожарно-техническое обследование является основной формой профилактической работы госпожнадзора на объектах народного хозяйства. Его проводят с целью проверки эффективности осуществляемых и разработки дополнительных организационно-технических мероприятий пожарной безопасности, направленных на устранение причин возникновения и распространения возможных пожаров, создание условий безопасной эвакуации людей и имущества в случае пожара, обеспечение своевременного вызова пожарных подразделений и успешную ликвидацию пожара в случае его возникновения.

Т а б л и ц а 1

Методы обследования	Примерный состав комиссии	Объекты обследования	Периодичность обследования
---------------------	---------------------------	----------------------	----------------------------

Индивидуальный	Инспектор госпожнадзора; должностные лица администрации	Больницы, детские сады, клубы, базы, мелкие промышленные объекты, колхозы, совхозы	Ежегодно
Групповой \	Руководитель местного органа госпожнадзора, два-три инспектора госпожнадзора; должностные лица администрации	Высотные гостиницы, театры, универмаги, музеи, средние промышленные объекты, животноводческие комплексы	Один раз в два года
Бригадный	Представитель УПО (ОПО); три-пять инспекторов госпожнадзора; сотрудник штаба пожаротушения; представитель энергонадзора; представители других надзорных органов; должностные лица администрации	Крупные и особо крупные предприятия (по списку УПО—ОПО)	Один раз в три года

4. Этапы и мероприятия проведения пожарно-технического обследования технологии производства

Их детальные и контрольные пожарно-технические обследования следует проводить ежегодно в порядке, предусмотренном соответствующими нормативными документами.

Любой метод пожарно-технического обследования предполагает три этапа: подготовительный (организационный), основной (контрольно-проверочный, расчетно-аналитический), заключительный.

Пожарно-техническое обследование, как правило, является комплексным, охватывает все направления обеспечения пожарной безопасности объекта.

Пожарно-техническое обследование технологических процессов производств предусматривает:

проверку соответствия технологических процессов и оборудования требованиям типовых и отраслевых правил пожарной безопасности;

проверку правильности определения категории пожаровзрыво-опасности производств (по СНиПам) и классов зон (по ПУЭ);

проверку соответствия имеющейся защиты требованиям пожарной безопасности (с соответствующим обоснованием и проверочными расчетами);

решение вопросов обучения рабочих и служащих объекта правилам пожарной безопасности;

проверку состояния профилактической работы пожарно-технических комиссий и добровольных пожарных дружин;

внедрение научно-технических достижений в противопожарную защиту технологических процессов.

Существует два вида пожарно-технического обследования; детальное и контрольное (оперативное). Контрольное обследование проводится в основном для проверки ранее предложенных мероприятий, а также в случае возникновения на объекте

особых обстоятельств, вызывающих необходимость срочного решения вопросов и принятия дополнительных мер пожарной безопасности. При проведении детального пожарно-технического обследования используются индивидуальный, групповой и бригадный методы. Характеристика этих методов приведена в табл. 21.1.

Подготовительный этап включает: планирование сроков проведения обследования, согласование их с руководством объекта; определение должностных лиц, участвующих в обследовании, распределение между ними обязанностей; предварительное ознакомление с объектом, изучение руководящих документов пожарной охраны и нормативной документации; изучение материалов о пожарах и авариях, имевших место на данном объекте, материалов предыдущих пожарно-технических обследований (по наблюдательным делам) разработку пожарно-технических анкет; организацию совещаний членов комиссии по проведению обследования; разработку плана и маршрута проведения обследования.

В первый этап включаются все работы, которые должен (и может) выполнить сотрудник (или группа сотрудников) госпожнадзора за пределами объекта, подлежащего обследованию. Если выразиться образно, это работа «до проходной объекта». Предварительные сведения о технологии и пожарной опасности подлежащего обследованию объекта могут быть получены из краткой характеристики объекта, а также из других документов, имеющихся в наблюдательном деле. Кроме того, должна быть использована соответствующая пожарно-техническая и производственно-техническая литература. Для этого в технических библиотеках УПО — ОПО инспекций госпожнадзора и пожарных частей следует иметь техническую литературу по производствам, имеющимся в данной республике, области, крае, городе, районе, зоне обслуживания. Изучение начинают с выяснения основных данных производства: его назначения, ведомственной принадлежности, связи с другими производствами, выпускаемой продукции, используемого сырья и т. п. Однако детально технологический процесс производства изучается уже на втором этапе обследования. На первом же этапе обследования осуществляется подбор и изучение руководящих и нормативных документов в следующем порядке:

документы, регламентирующие общие требования пожарной безопасности (безотносительно к отрасли промышленности), например «Типовые правила пожарной безопасности для промышленных предприятий»;

документы, регламентирующие требования пожарной безопасности в данной отрасли, например «Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности» и др.;

документы, связанные с пожарами на родственных предприятиях, а также другие руководящие указания по вопросам пожарной безопасности (информационные письма, приказы, отчеты ит. п.).

Начинать пожарно-техническое обследование рекомендуется с места поступления сырья, заканчивать — зданиями и сооружениями, связанными с хранением и отправкой готовой продукции.

Основной этап обследования предусматривает проверку технологических процессов с целью выявления нарушений требований Пожарной безопасности (соблюдение технологического регламента; «обслуживание и ремонт технологического оборудования; возможность образования горючей среды; обеспеченность противопожарной защиты аппаратов и трубопроводов при любых режимах их работы; защита от появления производственных; источников зажигания; защита от распространения огня при пожаре; наличие правил и инструкций о мерах пожарной безопасности (и их соответствие) ; знание и выполнение этих правил обслуживающим персоналом; организация работы ДПД и пожарно-технических комиссий; взаимодействие и связь с другими надзорными службами).

При пожарно-техническом обследовании уже действующего производства (так же как при рассмотрении проекта) рекомендуется соблюдать последовательность и автономию, то есть вести обследование по ходу технологического процесса с четким выделением работы в пределах автономных участков. Такими участками на предприятии являются цеха, здания, корпуса, помещения.

На этом этапе обследования проводится противопожарный инструктаж технического персонала, организуется работа пожарно-технических комиссий, а также выполняются (при необходимости) поверочные расчеты предохранительных клапанов, мембранных клапанов, систем аварийного слива, расчеты площади разлива жидкостей, системы охлаждения закалочной ванны и др. Поверочные расчеты могут выполняться специалистами объекта, но инженер противопожарной техники и безопасности должен также уметь выполнять их, чтобы быть готовым организовать проверку выполнения.

На основном этапе обследования разрабатываются и обосновываются инженерно-технические решения по устранению выявленных нарушений и повышению пожарной безопасности технологических процессов. Эта работа выполняется в тесном контакте со специалистами объекта.

Заключительный этап — это совещания у руководителей цехов, производств объекта с обсуждением результатов обследования.

Согласовываются разработанные решения противопожарной защиты, намечаются сроки их исполнения. Оформляются документы обследования (предписания; постановления на приостановку эксплуатации цеха, агрегата, аппарата; постановления на привлечение к ответственности лиц, виновных в нарушениях, и т. п.).

Бригадный метод пожарно-технического обследования

Практика показала, что обеспечить качество и полноту пожарно-технического обследования особо крупных промышленных предприятий одному работнику госпожнадзора невозможно: слишком много разнообразных технических вопросов, требующих глубоких знаний в разных областях, приходится решать в процессе обследования. Поэтому обследование крупных производственных объектов с разнообразными и сложными технологическими процессами проводят бригадным методом. Сущность его состоит в том, что комплектуется бригада работников пожарной охраны, специализирующихся в различных областях (по технологическим процессам, строительным конструкциям, отопительным и вентиляционным системам, электроустановкам, пожарному водоснабжению, пожарной автоматике, тушению пожаров, организации пожарной охраны и т. п.). Каждый инспектор (член бригады) выполняет работу по одному или нескольким направлениям. Например, один из инспекторов ведет работу по обеспечению пожарной безопасности технологических процессов и электроустановок, другой — занимается пожарной профилактикой строительства и отопительно-вентиляционных систем. Возглавляет бригаду обычно один из руководителей УПО—ОПО, отряда или части пожарной охраны.

При бригадном методе обследования активное участие принимают администрация и ведущие специалисты предприятия, представители общественности. Это дает возможность более квалифицированно определять необходимость и очередность решения вопросов противопожарной защиты объекта.

При обследовании крупных объектов бригаду делят на группы (с учетом технологической структуры и территориального размещения предприятия). Как правило, каждая группа воспроизводит рекомендуемый состав бригады (по специализации).

Опыт проведения бригадных обследований показал их высокую эффективность. Бригадный метод дает возможность повысить качество обследования, расширить круг технических вопросов, решаемых в ходе обследования, быстрее устранить выявленные недостатки; позволяет более детально разобраться в пожарной опасности технологических процессов; привлечь к разработке вопросов противопожарной защиты инженерно-технический персонал объекта (технологов, электриков, теплотехников и др.);

активизировать работу общественности (пожарно-технической комиссии, ДПД, первичной организации ДПО). В качестве иллюстрации приведем пожарно-техническое обследование, проведенное на производственном объединении «Электростальтяжмаш» (г. Электросталь Московской области).

Для обследования трех территориально-производственных частей объединения (южной, центральной и северной) было создано три группы, в каждую из которых входили следующие специалисты: инженер УПО (руководитель группы); инструктор объектовой пожарной охраны; инженеры отдела главного энергетика по электротехническому, вентиляционному и теплотехническому оборудованию; инженер отдела главного механика; инженер отдела главного технолога; инженер отдела зданий и сооружений; инженер отдела главного металлурга. На эти три группы было возложено обследование всех цехов и складского хозяйства объединения. Четвертая группа (меньшего состава) должна была проверить работу добровольной и профессиональной пожарной охраны, состояние территории и системы пожарного водоснабжения, а также провести пожарно-тактические учения.

В результате десятидневной работы бригады предписанием госпожнадзора руководству объединения было предложено выполнить 84 мероприятия, в том числе по зданиям — 42, по системам и средствам тушения — 23, по технологическим процессам и складам — 9, по электротехническому оборудованию — 10. Было предложено упорядочить хранение веществ и материалов в цеховых складах, выполнить ряд мероприятий на участках закалки, промывки и окраски деталей.

Работник пожарной охраны, проводящий обследование технологических процессов производств, должен хорошо знать службы главного технолога, главного механика, а в нашем примере — главного металлурга. По этим направлениям и целесообразно развивать специализацию инспекторов, проводящих крупные пожарно-технические обследования.

Преимуществом бригадного метода, наряду с повышением качества обследования, является сокращение его сроков, значительная экономия затрат времени и труда.

Следует отметить, что бригадный метод ни в коем случае не означает беглый обход объекта бригадой в полном составе. В рамках единого замысла при четком распределении обязанностей между всеми членами бригады основную часть времени инженеры и техники работают самостоятельно, по индивидуальному плану, проверяя производственные участки и вступая в контакты с должностными лицами предприятия. Для обмена мнением члены бригады ежедневно проводят рабочие совещания.