

**ПОСТАНОВЛЕНИЕ МИНИСТЕРСТВА ПО  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ РЕСПУБЛИКИ  
БЕЛАРУСЬ**

**29 декабря 2017 г. N 54**

**ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРАВИЛ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЗРЫВООПАСНЫХ  
ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ И ОБЪЕКТОВ**

На основании подпункта 7.4 пункта 7 Положения о Министерстве по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 29 декабря 2006 г. N 756 "О некоторых вопросах Министерства по чрезвычайным ситуациям", Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить прилагаемые Правила по обеспечению промышленной безопасности взрывоопасных химических производств и объектов.

2. Настоящее постановление вступает в силу с 1 марта 2018 г.

Министр

В.А.Ващенко

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель  
Министра энергетики  
Республики Беларусь

В.М.Каранкевич

03.10.2017

СОГЛАСОВАНО

Министр архитектуры  
и строительства  
Республики Беларусь

А.Б.Черный

31.10.2017

СОГЛАСОВАНО

Заместитель председателя  
Белорусского государственного  
концерна по нефти и химии

А.А.Рыбаков

25.10.2017

СОГЛАСОВАНО

Министр промышленности  
Республики Беларусь

В.М.Вовк

08.11.2017

СОГЛАСОВАНО

Министр труда и социальной  
защиты Республики Беларусь

И.А.Костевич

15.11.2017

СОГЛАСОВАНО

Министр здравоохранения  
Республики Беларусь

В.А.Малашко

21.11.2017

УТВЕРЖДЕНО

Постановление

Министерства

по чрезвычайным

ситуациям

Республики Беларусь

29.12.2017 N 54

**ПРАВИЛА  
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
ВЗРЫВООПАСНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ И  
ОБЪЕКТОВ**

**РАЗДЕЛ I  
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**ГЛАВА 1  
ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

1. Настоящие Правила устанавливают требования промышленной безопасности к взрывоопасным производствам и объектам, а также к технологическим процессам, опасным производственным объектам (далее - ОПО), потенциально опасным объектам (далее - ПОО).

2. Требования настоящих Правил распространяются на взрывоопасные производства и объекты.

Требования настоящих Правил обязательны для выполнения организациями при:

разработке технологических процессов и производств, где возможно образование взрывоопасных сред;

изготовлении, монтаже, наладке, техническом обслуживании, ремонте, техническом диагностировании, проектировании технических устройств, эксплуатируемых на ОПО и (или) ПОО с химическими, физико-химическими, физическими процессами, на которых возможно образование взрывоопасных сред, имеющими в своем составе взрывоопасные технологические блоки с относительным энергетическим потенциалом  $Q_v > 9$ ;

проектировании, возведении, эксплуатации, расширении, реконструкции, модернизации, консервации и ликвидации ОПО, ПОО;

разработке декларации промышленной безопасности ОПО;

проведение экспертизы промышленной безопасности ОПО, ПОО.

3. Эксплуатируемые взрывоопасные производства и объекты должны соответствовать требованиям проектной документации.

4. Приведение действующих взрывоопасных производств к требованиям разделов II и IV должно осуществляться в ходе их реконструкции. Возможность, степень и сроки приведения действующих производств и объектов к требованиям настоящих Правил определяются в каждом конкретном случае эксплуатирующей организацией, разработчиком технологического процесса, проектной организацией.

При реконструкции действующих взрывоопасных производств и объектов требования настоящих Правил распространяются только на реконструируемую часть.

5. Требования настоящих Правил не распространяются на:

объекты по производству, переработке и хранению взрывчатых веществ военного и промышленного назначения;

транспортировку взрывоопасных веществ транспортными средствами, включая трубопроводный транспорт и объекты для перекачки нефти и газа;

использование природного и сжиженного газа (пропан-бутан, метилацетилен-алленовая фракция в качестве топлива в быту и баллонах);

объекты добычи нефти и газа, в том числе и объекты подготовки нефти и газа;

объекты по производству, переработке и хранению окислителей, перекисных инициаторов реакции (органических и неорганических пероксидов);

отдельно расположенные объекты для хранения нефтепродуктов (склады хранения и отпуска нефтепродуктов, в том числе с процессами смешения, газонаполнительные станции, автомобильные заправочные станции, автомобильные газозаправочные станции).

6. Отступления от требований настоящих Правил согласовывается с Департаментом по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее - Госпромнадзор) в соответствии с подпунктом 20.24.2 пункта 20 единого перечня административных процедур, осуществляемых государственными органами и иными организациями в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, утвержденного постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 февраля 2012 г. N 156 "Об утверждении единого перечня административных процедур, осуществляемых государственными органами и иными организациями в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, внесении дополнения в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14 февраля 2009 г. N 193 и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь" (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2012 г., N 35, 5/35330) (далее - единый перечень административных процедур).

Документом, подтверждающим возможность и обоснованность отступлений от требований настоящих Правил, является обоснование безопасности, подготовленное на основе анализа опасностей технологического процесса и с использованием методов анализа риска согласно приложению 1.

7. В настоящих Правилах применяют термины и их определения в значениях, установленных в Законе Республики Беларусь от 5 января 2016 года "О промышленной безопасности" (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь 14.01.2016, 2/2352), техническом регламенте Таможенного союза 012/2011 "О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах", принятого решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. N 825 (далее - ТР ТС 012/2011).

Для целей настоящих Правил используются также следующие

термины и их определения:

аварийная разгерметизация - неконтролируемое нарушение целостности и (или) герметичности элементов оборудования, трубопроводов, технических устройств технологической системы, приводящее к выбросу горючих сред в помещение здания или в атмосферу;

автоматизированное управление - управление технологическим процессом с использованием средств и элементов контроля и автоматики, микропроцессорной техники и управляемых ими исполнительных устройств при участии человека;

автоматическое управление - управление технологическим процессом или его частью (стадией, стадиями) или осуществление отдельных функций с использованием микропроцессорной техники, вычислительной техники по заданным программам и управляемых ими исполнительными механизмами;

агрегатная - помещение водородно-кислородной станции с размещением преобразовательных агрегатов для питания электролизеров, а также сопутствующей аппаратуры;

анализ риска аварии на ОПО - процесс идентификации опасностей и оценка риска аварии на ОПО для отдельных работников или групп работников, имущества или окружающей среды;

взрывоопасные вещества - вещества, способные образовывать самостоятельно или в смеси с окислителем взрывоопасную среду;

взрывоопасные производства и объекты - производства с химическими, физико-химическими, физическими процессами, смеси газов, паров с воздухом и другими окислителями, веществ, склонных к взрывному превращению, а также объекты хранения взрывоопасных веществ, находящихся в составе этих производств;

взрывоопасный технологический объект - часть химико-технологической системы, содержащая объединенную территориально и связанную технологическими потоками (трубопроводами) группу аппаратов, в которых имеется или может образовываться как при нормальных условиях эксплуатации, так и при отклонениях от заданного режима взрывоопасная смесь в объеме, требующем специальных мер защиты при проектировании и эксплуатации;

водородно-кислородная станция, водородная станция - объект организации, размещаемый либо в отдельном здании и на открытой

площадке, либо в нескольких корпусах, либо в цехах или отделениях, на котором в результате технологического процесса вырабатываются электролитические газы, а также происходят другие операции по изменению параметров этих газов, заданные потребителем, сопутствующие процессы, контроль и управление, и, кроме того, размещены вспомогательные службы;

газоанализатор - прибор для определения качественного и количественного состава смесей газа, содержащихся в воздушной среде;

датчик - конструктивно обособленный первичный преобразователь, от которого поступают измерительные сигналы;

залповый выброс - кратковременный выброс горючих и взрывоопасных веществ в помещение здания или в атмосферу при аварийной разгерметизации оборудования, трубопроводов, технических устройств или по другим причинам;

идентификация опасностей аварии на ОПО - процесс выявления и признания, что опасности аварии на ОПО существуют, и определение их характеристик;

категорирование технологических блоков по уровням взрывоопасности - градация технологических блоков по значениям относительных энергетических потенциалов и приведенным массам горючей парогазовой среды, которые могут выбрасываться в атмосферу при типичных авариях на технологических блоках и участвовать во взрыве паровых облаков, в замкнутых объемах технологических систем и производственных помещениях;

контроль технического состояния - проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и определение на этой основе одного из заданных видов технического состояния в данный момент времени;

контроль функционирования - контроль выполнения объектом части или всех свойственных ему функций;

критические значения параметров - значения одного или нескольких взаимосвязанных параметров (по составу материальных сред, давлению, температуре, скорости движения, времени пребывания в зоне с заданным режимом, соотношению смешиваемых компонентов, разделению смеси и прочее), при которых возможно возникновение взрыва в технологической системе с разгерметизацией технологической аппаратуры и выбросом опасных веществ в помещение или в атмосферу;

максимальная температура поверхности - наибольшая температура, возникающая в процессе эксплуатации на одной из частей или поверхности оборудования при нарушении установленных режимов его работы, предусмотренных в технической документации изготовителя, или повреждения, но в пределах отклонений, установленных для взрывозащиты конкретного вида;

наружная установка - совокупность машин, аппаратов, оборудования, расположенных вне помещения (снаружи) открыто или под навесом либо за сетчатыми или решетчатыми ограждающими конструкциями;

нормальный режим эксплуатации - режим работы оборудования, при котором значения параметров режима эксплуатации оборудования не выходят за пределы рабочих параметров, указанных в паспорте изготовителя, и ограничений, установленных в технологическом регламенте производства <1>;

-----  
<1> Под режимом работы оборудования подразумевается группа эксплуатационных режимов, предусмотренная плановым регламентом работы: стационарный режим, пуск, изменение производительности, останов, горячий резерв.

опытная установка - установка, предназначенная для отработки аппаратурно-технологической части процесса по результатам, полученным на лабораторных установках, а также для получения исходных данных, необходимых для включения в регламент на проектирование промышленных установок, а также наработки опытных партий продуктов для последующих исследований;

общий энергетический потенциал технологического блока - совокупность энергий адиабатического расширения парогазовой среды, полного сгорания имеющихся и образующихся из жидкости паров (газов) за счет внутренней и внешней энергий (окружающей среды) при аварийной разгерметизации технологического блока;

опасные значения параметра - значения параметра технологического процесса, вышедшие за пределы регламентированного и приближающиеся к предельно допустимому значению;

отказ - событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта;

относительный энергетический потенциал - показатель степени и масштабов разрушений взрыва парогазовой среды в технологическом блоке при условии расхода общего энергетического потенциала технологического блока непосредственно на формирование ударной волны;

оценка риска аварии на ОПО - процесс, используемый для определения вероятности (или частоты) и степени тяжести последствий реализации опасностей аварий для жизни, здоровья, имущества физических лиц, окружающей среды. Оценка риска включает анализ вероятности (или частоты), анализ последствий и их сочетаний;

параметры, определяющие взрывоопасность технологического процесса - параметры, при достижении критических значений которых возможен взрыв в технологической системе;

предельное состояние - состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно;

параметр технологического процесса - измеряемое значение физической единицы (температура, давление, расход, объем, масса, рН и прочее) технологического процесса, определенное разработчиком технологического процесса;

помещение - замкнутое пространство внутри здания, имеющее определенное функциональное назначение, архитектурно-художественное оформление и ограниченное строительными конструкциями <2>;

-----  
<2> Пространство под навесом и пространство, ограниченное сетчатыми или решетчатыми ограждающими конструкциями, не являются помещениями.

предаварийная сигнализация - сигнализация, срабатывающая при достижении предельно допустимого значения параметра технологического процесса;

предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны - концентрация вредного вещества, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч и не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья,



обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений;

предельно допустимые значения параметров - значения параметров, отличающиеся от критических значений параметров на величину, равную сумме ошибки их экспериментального или расчетного определения и погрешности измерения средств контроля, регулирования параметров и противоаварийной защиты в технологическом процессе (по которым срабатывают предаварийные сигнализация и блокировки);

производственный персонал - работники, непосредственно участвующие в процессе производства или занятые обслуживанием производственной деятельности организации на взрывоопасных производствах и объектах;

приведенная масса парогазовой среды - масса горючего вещества во взрывоопасной газовой среде, энергия полного сгорания которой приведена к единой теплоте сгорания, равной 46 МДж/кг;

предупредительная сигнализация - сигнализация, срабатывающая при выходе значения параметра технологического процесса за пределы регламентируемых значений;

противоаварийная автоматическая защита - системы и средства, обеспечивающие для взрывоопасных технологических процессов контроль параметров, определяющих взрывоопасность процесса, с регистрацией показаний и предаварийной (при необходимости предупредительной) сигнализацией их значений, а также оснащенные средствами автоматического регулирования и предаварийной защиты, включая безопасный останов или перевод процесса в безопасное состояние по заданной программе;

рабочая зона - физическое пространство, ограниченное по высоте 2 м над уровнем пола или площадки, на которых находятся места постоянного или временного (непостоянного) пребывания работающих;

разработчик технологического процесса - организация, осуществляющая разработку исходных данных на проектирование технологического процесса, основанных на научно-исследовательских и опытных работах, или организация, разработавшая технологический процесс (инжиниринг), осуществляющая комплектную поставку оборудования для

проведения данного технологического процесса и предоставляющая техническую и технологическую документацию;

регламентированные значения параметров технологической среды - совокупность значений параметров технологической среды, характеризующих ее состояние, при которых технологический процесс безопасно протекает в заданном направлении;

риск аварии на ОПО - мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и тяжесть ее последствий;

технологический блок - аппарат или группа аппаратов (секция, установка и прочее), которые в заданное время могут быть отключены (изолированы) от технологической системы без опасных изменений режима в смежной аппаратуре или системе (секции, установке и прочего);

технологический процесс - совокупность физико-химических превращений веществ и изменений значений параметров материальных сред, целенаправленно проводимых в аппарате (системе взаимосвязанных аппаратов, агрегате, машине);

технологическая система - совокупность взаимосвязанных технологическими потоками и действующих как одно целое аппаратов, в которых осуществляется определенная последовательность технологических операций (подготовка сырья к реакции, собственно химическое превращение и выделение целевых и побочных продуктов);

технологическая среда - сырьевые материалы, реакционная масса, полупродукты, готовые продукты, находящиеся и перемещающиеся в технологической аппаратуре, технологической системе);

тротильный эквивалент взрыва - условная масса тринитротолуола, взрыв которой адекватен по степени разрушения взрыву парогазовой среды с учетом реальной доли участия во взрыве горючего вещества парогазовой среды, доли расхода энергии взрыва парогазовой среды и тринитротолуола на формирование ударной волны;

условный тротильный эквивалент - условная масса тринитротолуола, соответствующая энергии взрыва всей массы парогазовой среды при расходе ее только на формирование ударной волны;

факельная установка - совокупность устройств, аппаратов,

трубопроводов и сооружений для сжигания сбрасываемых газов и паров;

электролизер - сборный аппарат, как правило, фильтр-прессного типа, работающий под давлением, состоящий из сжатых между собой концевыми плитами и отделенных изолирующими прокладками биполярных электродов, при прохождении через которые постоянного тока выделяются на стороне катода - водород, на стороне анода - кислород;

электролизерное отделение (электролизерный цех) - помещение, где располагается одна или несколько электролизных (водородных) установок, а также другое сопутствующее оборудование;

энергетическая устойчивость технологического блока (системы) - риск возникновения и развития типовых аварий при внезапном прекращении энергообеспечения, которая определяется при комплексном анализе взрывоопасности конкретных технологических блоков (систем).

8. Субъектами промышленной безопасности, эксплуатирующими взрывоопасные производства и объекты, должен быть организован производственный контроль в области промышленной безопасности в соответствии со статьей 29 Закона Республики Беларусь "О промышленной безопасности" путем утверждения руководителем Положения о порядке организации и осуществления производственного контроля в области промышленной безопасности, разработанного на основании Примерного положения об организации и осуществлении производственного контроля в области промышленной безопасности, утвержденного постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 15 июля 2016 г. N 37.

9. Порядок организации технического надзора определяется обязательными для соблюдения требованиями технических нормативных правовых актов (далее - ТНПА) и локальными нормативными правовыми актами (далее - ЛНПА) о техническом надзоре.

10. Информирование государственных органов и других заинтересованных организаций о несчастных случаях на взрывоопасных производствах и объектах, расследование и учет несчастных случаев проводятся в соответствии с Правилами

расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, утвержденных постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 15 января 2004 г. N 30 "О расследовании и учете несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний" (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2004 г., N 8, 5/13691), постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 14 августа 2015 г. N 51/94 "О документах, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний" (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 31.11.2015, 8/30346).

Информирование об авариях и инцидентах, произошедших на взрывоопасных производствах и объектах, осуществляется в соответствии с Инструкцией о порядке, сроках направления и сбора информации о возникновении аварии или инцидента, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 6 июля 2016 г. N 33 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь 16.08.2016, 8/31183).

Техническое расследование аварий и инцидентов, произошедших на взрывоопасных объектах, осуществляется в соответствии с Инструкцией о порядке технического расследования причин аварий и инцидентов, а также их учета, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 12 июля 2016 г. N 36 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь 31.08.2016, 8/31230).

## **ГЛАВА 2**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ВОЗВЕДЕНИЕ И РЕГИСТРАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ОБЪЕКТОВ**

11. Порядок проектирования и возведения взрывоопасных объектов определен Законом Республики Беларусь от 5 июля 2004 года "Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь" (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2004 г., N 109, 2/1049) и другими нормативными правовыми актами (далее - НПА), в том

числе и обязательными для соблюдения требованиями ТНПА.

12. Разработка проектов технологических процессов и производств, где возможно образование взрывоопасных сред должна осуществляться проектной организацией, имеющей разрешение Госпромнадзора на право разработки проектов технологических процессов и производств, где возможно образование взрывоопасных сред, выданное в соответствии с подпунктом 20.1.14 пункта 20.1 единого перечня административных процедур.

13. Объект со взрывоопасным производством, законченным строительством подлежит идентификации, по результатам которой проводится регистрация в государственном реестре опасных производственных объектов в соответствии с Положением о порядке проведения идентификации опасных производственных объектов, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 5 августа 2016 г. N 613 "О некоторых мерах по реализации Закона Республики Беларусь "О промышленной безопасности" (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 17.08.2016, 5/42455).

14. Взрывоопасные производства и объекты, возводимые по проектам иностранных субъектов промышленной безопасности и на базе комплектного импортного оборудования, должны соответствовать требованиям настоящих Правил.

### **ГЛАВА 3**

#### **ТРЕБОВАНИЯ К ДОЛЖНОСТНЫМ ЛИЦАМ И ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ПЕРСОНАЛУ**

15. Руководителям, специалистам и производственному персоналу, занятому эксплуатацией взрывоопасных производств, в ЛНПА должны быть определены обязанности по обеспечению промышленной безопасности.

16. Работники проходят подготовку и проверку знаний по вопросам промышленной безопасности в соответствии с Инструкцией о порядке подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 6 июля 2016 г. N 31 "О некоторых вопросах подготовки и проверки знаний по вопросам промышленной безопасности"

(Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 23.08.2016, 8/31191), а также обучение, стажировку, инструктаж и проверку знаний по вопросам охраны труда в соответствии с законодательством.

Работники проходят предсменный (перед началом работы, смены) медицинский осмотр или освидетельствование на предмет нахождения в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения в порядке, установленном постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь и Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 2 декабря 2013 г. N 116/119 "О некоторых вопросах проведения предсменного (перед началом работы, смены) медицинского осмотра и освидетельствования работающих на предмет нахождения в состоянии алкогольного, наркотического или токсического опьянения" (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 24.01.2014, 8/28295).

В соответствии с Инструкцией о порядке проведения обязательных медицинских осмотров работающих, утвержденной постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 апреля 2010 г. N 47 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2011 г., N 18, 8/23220), в субъекте промышленной безопасности должны проводиться обязательные предварительные, периодические и внеочередные медицинские осмотры работников.

17. Для приобретения практических навыков предупреждения аварий и ликвидации их последствий на технологических объектах с блоками I категории взрывоопасности все рабочие, руководители и специалисты (далее - персонал), непосредственно занятые ведением технологического процесса и эксплуатацией оборудования на этих объектах, должны проходить курс стажировки (отработки практических навыков) (далее - стажировка) с использованием компьютерной техники не реже 1 раза в год и перед допуском к самостоятельной работе.

18. Стажировка с использованием компьютерной техники должны быть максимально приближены к действиям персонала в аварийных ситуациях.

19. Программы стажировки для приобретения практических навыков локализации и ликвидации инцидентов и аварий на технологических объектах должны разрабатываться на основе

оперативных частей планов локализации и ликвидации аварий и инцидентов (далее - ПЛА).

20. Допуск персонала к самостоятельной работе осуществляется после проверки знаний по вопросам охраны труда, промышленной безопасности и стажировки по ПЛА.

## **РАЗДЕЛ II**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ОБЪЕКТОВ**

#### **ГЛАВА 4**

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ**

#### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

21. Для взрывоопасных производств и объектов проектной организацией должна определяться категория взрывоопасности составляющих их технологических блоков.

Для действующих взрывоопасных производств и объектов допускается определение категорий взрывоопасности организациями, имеющими разрешение Госпромнадзора на право разработки деклараций промышленной безопасности, выданное в соответствии с подпунктом 20.1.15 пункта 20.1 единого перечня административных процедур.

В случае отсутствия требований к размещению зданий, сооружений, наружных установок в обязательных для соблюдения требования ТНПА, принципы их размещения должны быть обоснованы в проектной документации результатами анализа опасностей технологических процессов с использованием методов анализа риска аварий на взрывоопасных объектах и должны обеспечивать минимальный уровень взрывоопасности технологических блоков, входящих в технологическую систему. На строительство отдельных объектов, на которые отсутствуют требования обязательных для соблюдения технических нормативных правовых актов, устанавливаются требования для разработки проектной документации разработкой специальных технических условий.

В зависимости от значений относительных энергетических потенциалов  $Q_B$  и приведенной массы взрывоопасной парогазовой среды  $m$  осуществляется категорирование технологических блоков

по взрывоопасности согласно таблице 3 приложения 2 и подразделяются на три категории взрывоопасности.

22. Если в технологическом блоке с  $Q_B > 10$  обращаются вещества, относящиеся к 1, 2 классам опасности или обладающие механизмом остронаправленного действия, способные при аварийных ситуациях накапливаться в рабочей зоне с концентрацией более пороговой токсодозы, категория блока должна приниматься на одну выше.

Повышение категории взрывоопасности технологических блоков, определяемое количеством токсичных, высокотоксичных веществ, опасностью причинения ими вреда обслуживающему персоналу при вероятностных сценариях развития аварийной ситуации, обосновывается в проектной документации.

23. Оценка взрывоопасности химических, нефтехимических, нефтеперерабатывающих производств и отдельных объектов в составе этих производств должна основываться на соответствующих стандартных характеристиках взрывоопасности применяемых веществ, представленных в НПА и обязательных для соблюдения требования ТНПА.

24. Для каждой технологической системы должны предусматриваться меры по максимальному снижению уровня взрывоопасности технологических блоков, входящих в нее, направленные на:

- предотвращение образования взрывоопасной среды и обеспечение в воздухе производственных помещений, наружных установок содержания взрывоопасных веществ, не превышающего нижнего концентрационного предела распространения пламени (далее - НКПР);

- защиту технологического оборудования от разрушения при аварийной разгерметизации;

- предотвращение возникновения источника инициирования взрыва;

- снижение тяжести последствий взрывов в объеме производственных зданий, сооружений и наружных установок.

25. Снижение воздействия опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при аварии, на производственный персонал и сохранение материальных ценностей обеспечивается:

- установлением минимальных количеств взрывоопасных веществ, применяемых в производственных процессах;



применением огнепреградителей, флегматизаторов, инертных (не поддерживающих горение) газовых или паровых завес;

применением оборудования, рассчитанного на давление взрыва;

обваловкой и бункеровкой взрывоопасных участков производства или размещением их в защитных устройствах;

защитой оборудования от разрушения при взрыве при помощи устройств аварийного сброса давления (предохранительные мембраны и клапаны);

применением быстродействующих отсечных и обратных клапанов;

применением систем активного подавления взрыва;

применением средств предупредительной сигнализации, предаварийной сигнализации и блокировок.

26. Технологические системы должны быть организованы преимущественно по непрерывной схеме.

Для технологических систем непрерывного действия, в состав которых входят отдельные аппараты периодического действия, разработчиком процесса должны быть предусмотрены в технологической документации меры, обеспечивающие взрывобезопасное проведение регламентированных операций отключения (подключения) периодически действующих аппаратов от (к) непрерывной технологической линии, а также операций, проводимых в них после отключения.

27. На стадиях процессов, связанных с применением твердых пылящих и дисперсных веществ, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации должны предусматриваться меры и средства, снижающие попадание горючей пыли в атмосферу помещения (рабочей зоны), наружных установок, накопление ее на оборудовании и строительных конструкциях, а также средства пылеуборки, преимущественно механизированной, контроль запыленности воздуха и режим уборки пыли. Твердые дисперсные горючие вещества должны загружаться в аппаратуру и перерабатываться, как правило, в виде растворов, паст или в увлажненном состоянии.

28. Снижение тяжести последствий взрывов при авариях на технологических системах осуществляется разделением на блоки с установкой на основных технологических потоках между блоками

быстродействующих запорных органов. При разделении систем на блоки следует предусматривать с учетом технологической возможности ограничение объемов обращающихся в блоке опасных веществ, которые могут быть выброшены в окружающую среду при внезапной разгерметизации оборудования.

29. Для максимального снижения выбросов в окружающую среду горючих и взрывоопасных веществ при аварийной разгерметизации системы необходимо предусматривать установку запорных и (или) отсекающих устройств и (или) запорно-регулирующих устройств с дистанционным и (или) автоматическим управлением, предназначенных для аварийного отключения каждого отдельного технологического блока.

Места расположения запорных и (или) отсекающих запорно-регулирующих устройств устанавливаются в проектной документации.

Время срабатывания запорных и (или) отсекающих и (или) запорно-регулирующих устройств устанавливаются в проектной документации и регламентируется.

При этом должны быть обеспечены условия безопасного отсечения потоков и исключены гидравлические удары.

Необходимость автоматического управления перекрытием потоков отсекающими устройствами по специально заданным программам определяется разработчиком проекта.

30. Условия безопасного проведения отдельного технологического процесса или его стадий обеспечиваются:

соблюдением регламентированных параметров технологического процесса;

надежностью технологического оборудования и средств контроля и регулирования технологических параметров;

надежным энергообеспечением.

31. На стадии разработки технологических процессов разработчиком процесса должны определяться параметры или совокупность параметров, определяющих взрывоопасность процессов, их критические и предельно допустимые значения. Перечень параметров, определяющих взрывоопасность процессов, их критические и предельно допустимые значения должны быть отражены в проектной и эксплуатационной документации.

32. Технологические процессы должны быть организованы в соответствии с общими требованиями по взрывобезопасности, так,

чтобы исключить возможность взрыва в системе при регламентированных значениях параметров. Регламентированные значения параметров, определяющих взрывоопасность процесса, допустимый диапазон их изменений, организацию проведения процесса (аппаратурное оформление и конструкция технологических аппаратов, фазовое состояние обращающихся веществ, гидродинамические режимы и так далее), устанавливаются разработчиком процесса на основании данных о критических значениях параметров или их совокупности для участвующих в процессе веществ.

Регламентированные значения параметров и допустимый диапазон их изменений могут конкретизироваться разработчиком технологического процесса и/или проектной документацией.

33. Допустимый диапазон изменения параметров процесса устанавливается с учетом характеристики технологического процесса. Технические характеристики систем управления и противоаварийной автоматической защиты (далее - ПАЗ) должны соответствовать скорости изменений значений параметров процесса в требуемом диапазоне (класс точности приборов, инерционность систем измерения, диапазон измерения).

34. Способы и средства, исключающие выход параметров за установленные пределы, должны быть регламентированы разработчиком процесса или проектной организацией в технологической документации и приведены в проектной документации.

35. Технологические объекты (системы, оборудование, трубопроводы, аппараты, технологические линии и прочее), в которых при отклонениях от регламентированных параметров процесса возможно образование взрывоопасных смесей в оборудовании, должны быть обеспечены системами подачи в них инертных газов, флегматизирующих добавок, предотвращающих образование взрывоопасных концентраций.

Для производств, имеющих в своем составе технологические блоки I категории взрывоопасности, должно быть предусмотрено автоматическое управление подачей инертных сред, для блоков II и III категорий допускается дистанционное управление, а для блоков с  $Q_{\text{в}} \leq 9$  - ручное управление.

Если в технологических блоках I категории взрывоопасности предусмотрена предупредительная сигнализация о нарушении

технологических параметров, допускается при обосновании дистанционное управление подачей инертных сред.

Системы подачи инертных сред для технологических блоков I и II категорий взрывоопасности следует оснащать сигнализацией по падению в них регламентированного давления.

36. Запрещается проведение технологических процессов при критических значениях параметров, в том числе в области взрываемости.

В случае обоснованной необходимости проведения процесса в области критических значений (области взрываемости) разработчиком процесса должны предусматриваться и отражаться в технологической документации методы и средства, исключаяющие наличие или предотвращающие возникновение источников инициирования взрыва внутри оборудования с энергией (температурой), превышающей минимальную энергию (температуру) зажигания (искры механического и электрического происхождения, нагретые тела и поверхности и другое) для обращающихся в процессе продуктов.

Выбор методов и средств, исключаяющих образование источников зажигания или обеспечивающих снижение их энергий, в каждом конкретном случае определяется разработчиком процесса с учетом категории взрывоопасности, особенностей технологического процесса и требований настоящих Правил.

37. Технологические системы со взрывоопасной средой (процессы окисления), в которых невозможно исключить опасные источники зажигания, необходимо рассчитывать на прочность с учетом возможности взрыва в реакционном аппарате или оснащать средствами защиты оборудования и трубопроводов от разрушений (разрывными предохранительными мембранами, взрывными клапанами, системами флегматизации инертным газом, средствами локализации пламени и так далее). Отвод осколков разрывных мембран и продуктов взрыва должен осуществляться в безопасное место, исключаящее воздействие на производственный персонал и оборудование технологической установки.

38. Для обеспечения взрывобезопасности технологической системы при пуске в работу или остановке оборудования (аппаратов, участков трубопроводов и прочее), гашении вакуума необходимо предусматривать специальные меры (в том числе продувка инертными газами), предотвращающие образование в

системе взрывоопасных смесей.

В обоснованных случаях в резервуарном и емкостном оборудовании с взрывоопасными веществами следует предусматривать инертное покрытие (инертную подушку).

Разработчиком процесса, проектной организацией должны быть разработаны и регламентированы в технологической и проектной документации с учетом особенностей технологического процесса: порядок пуска и остановки оборудования, способы и режимы его продувки инертными газами, гашения вакуума, создания инертного покрытия, исключая образование застойных зон.

39. Энергетическая устойчивость технологической системы с учетом категории взрывоопасности входящих в нее блоков, особенностей технологического процесса обеспечивается выбором рациональной схемы энергоснабжения, количеством (основных и резервных) источников питания, их надежностью и должна исключать возможность:

нарушения герметичности системы (разгерметизации уплотнений подвижных соединений, разрушения оборудования от превышения давления и прочее);

образования в системе взрывоопасной среды (за счет увеличения времени пребывания продуктов в реакционной зоне, нарушение соотношения поступающих в нее продуктов, развития неуправляемых процессов и прочее).

Средства и методы обеспечения энергетической устойчивости технологического процесса должны определяться разработчиком процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации.

40. Для каждого технологического блока с учетом его энергетического потенциала разработчиком процесса и проектной организацией должны разрабатываться меры и предусматриваться средства, направленные на предупреждение выбросов горючих продуктов в окружающую среду или максимальное ограничение их количества, а также предупреждение взрывов и предотвращение травмирования производственного персонала.

41. Для технологических блоков и (или) отдельных аппаратов, в которых обращаются взрывоопасные продукты, на случай разгерметизации оборудования необходимо предусматривать аварийное освобождение от обращающихся продуктов.

42. Для аварийного освобождения технологических блоков от обращающихся продуктов может использоваться оборудование технологических установок, складские резервуары и емкости или специальные системы аварийного освобождения.

Специальные системы аварийного освобождения должны обеспечивать минимально возможное время освобождения, оснащаться средствами контроля и управления, исключать образование взрывоопасных смесей как в самих системах, так и в окружающей их атмосфере.

43. Системы аварийного освобождения технологических блоков I, II категорий взрывоопасности следует обеспечивать запорными устройствами с дистанционно и (или) автоматически управляемыми приводами, для III категории допускается применение средств с ручным приводом, размещаемым в безопасном месте, и минимальным регламентированным временем срабатывания.

44. Вместимость специальной системы аварийного освобождения должна рассчитываться на прием горючих продуктов в количествах, определяемых условиями безопасной остановки технологического процесса.

45. Сбрасываемые горючие газы и мелкодисперсные материалы должны направляться в закрытые системы для пылегазоулавливания и их дальнейшей утилизации и обезвреживания или в системы организованного сжигания.

46. Требования к условиям сброса взрывоопасных газов и паров в факельные системы, расчету, устройству, конструктивному оформлению и размещению этих систем определяются требованиями НПА и обязательными для соблюдения требованиями ТНПА.

47. Запрещается объединение газовых выбросов, содержащих вещества, способные при смешивании образовывать взрывоопасные смеси или нестабильные соединения.

При объединении газовых линий сбросов парогазовых сред из аппаратов с различными давлениями необходимо предусматривать меры, предотвращающие переток из аппаратов с высоким давлением в аппараты с низким давлением.

48. При наличии жидкой фазы в газовом потоке на линиях сброса газов должны предусматриваться устройства, исключаящие ее унос.

49. При разработке мероприятий по предотвращению взрывов в объеме зданий, помещений, наружных установок и снижению тяжести их последствий проектной организацией в составе проектной документации должны учитываться требования НПА, обязательные для соблюдения требования ТНПА.

Исходя из величины приведенных масс парогазовых сред согласно приложению 3 и соответствующих им энергетических потенциалов взрывоопасности технологических блоков определяются опасные для производственного персонала зоны согласно приложению 4.

50. Размещение организации, имеющей в своем составе взрывоопасные технологические объекты, планировка ее территории, объемно-планировочные решения данных объектов должны осуществляться в соответствии с требованиями НПА, обязательными для соблюдения требованиями ТНПА и настоящих Правил.

51. На территории субъекта промышленной безопасности, имеющего в своем составе взрывоопасные производства, не допускается:

наличие природных оврагов, выемок, низин и устройство открытых траншей, котлованов, приемков, в которых возможно скопление взрывоопасных паров и газов;

траншейная и наземная прокладка трасс трубопроводов с легковоспламеняющейся жидкостью (далее - ЛВЖ), горючей жидкостью (далее - ГЖ) и сжиженными горючими газами (далее - СГГ) в искусственных или естественных углублениях.

Для вновь проектируемых взрывоопасных технологических объектов необходимо обеспечить следующие требования:

здания, в которых расположены помещения центральных пунктов управления (операторные) и помещения контроллеров управления и ПАЗ должны быть устойчивыми к воздействию ударной волны, обеспечивать безопасность находящегося в них персонала и иметь автономные средства энергообеспечения (освещение, электроснабжение);

административные, бытовые и другие непроизводственные здания, в которых предусмотрено постоянное пребывание работников, должны сохранять устойчивость при воздействии ударной волны, возникающей в результате взрывов при авариях на технологических установках.

52. В зонах возможного образования взрывоопасных смесей должны быть исключены случайные источники зажигания.

53. В целях противодействия угрозам совершения террористических актов и несанкционированным действиям в производствах, имеющих в своем составе технологические блоки всех категорий взрывоопасности, разрабатываются меры по предотвращению постороннего несанкционированного вмешательства в ход технологических процессов.

54. Численность производственного персонала, эксплуатирующего взрывоопасное производство, определяется проектом.

## **ГЛАВА 5**

### **АППАРАТНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

55. Эксплуатация (применение) ПОО, технических устройств, в том числе иностранного производства, на взрывоопасных технологических объектах должна соответствовать требованиям законодательства Республики Беларусь в области промышленной безопасности, а также технического регламента Таможенного союза 010/2011 "О безопасности машин и оборудования", принятого решением Комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. N 823 (далее - ТР ТС 010/2011), ТР ТС 012/2011, технического регламента Таможенного союза 032/2013 "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением", принятого решением Совета Евразийской экономической комиссии от 2 июля 2013 г. N 41 (далее - ТР ТС 032/2013).

56. Для технологического оборудования должен устанавливаться срок службы с учетом конкретных условий эксплуатации. Данные о сроке службы должны указываться изготовителем (проектировщиком) в паспортах на оборудование, трубопроводную арматуру. Срок службы технологических трубопроводов должен быть указан в проектной документации и паспортах на трубопроводы.

Продление срока безопасной эксплуатации оборудования, выработавшего установленный срок службы, должно осуществляться в установленном порядке.



Эксплуатация трубопроводов после истечения срока службы допускается при удовлетворительных результатах освидетельствования (ревизии) трубопровода.

Применяемые прокладочные и набивочные материалы, затворные, уплотняющие и рабочие жидкости сальниковых, торцевых уплотнений и гидросистем, смазка должны обеспечивать износостойкость и герметичность оборудования в условиях эксплуатации и быть нейтральными к технологической среде.

57. Для оборудования (аппаратов и трубопроводов), где невозможно исключить образование взрывоопасных сред и возникновение источников энергии, величина которой превышает минимальную энергию зажигания обращающихся в процессе веществ, проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены методы и средства по взрывозащите, а в обоснованных случаях - повышение механической прочности в расчете на полное давление взрыва.

Обеспечение оборудования противоаварийными устройствами не исключает необходимости разработки мер, направленных на предотвращение образования в нем источников зажигания. Данные меры должны быть разработаны проектной организацией и предусмотрены в составе проектной документации.

58. Технологическое оборудование и трубопроводы должны соответствовать требованиям НПА, обязательным для соблюдения требованиям ТНПА и технической документации на данное оборудование и трубопроводы.

Оборудование, работающее под избыточным давлением должно соответствовать требованиям Правил по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 января 2016 г. N 7 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 26.02.2016, 8/30621) (далее - Правила по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением), настоящих Правил и требованиям других НПА, в том числе обязательных для соблюдения требованиям ТНПА.

59. Технологические аппараты, содержащие взрывоопасные вещества и работающие без избыточного давления, должны рассчитываться с учетом гидравлического или пневматического

испытания их на герметичность избыточным давлением не менее 0,01 МПа при вместимости аппарата до 30 м<sup>3</sup>, не менее 0,005 МПа при вместимости аппарата более 30 м<sup>3</sup>. Нормы минимального расчета давления не распространяются на наружные резервуары вместимостью 30 м<sup>3</sup> и более.

Технологические аппараты и трубопроводы, работающие под вакуумом, должны рассчитываться с учетом гидравлического или пневматического испытания их на давление 0,2 МПа, аппараты колонного типа - на гидравлическое испытание давлением столба жидкости.

60. Для исключения деформации аппаратов и емкостей при опорожнении они должны быть оснащены воздушниками, диаметры которых рассчитаны на максимальную скорость опорожнения.

61. Сборники, мерники и другое оборудование, через воздушники которых выделяются пары вредных веществ 1-го и 2-го классов опасности, а также вещества остронаправленного действия 3-го и 4-го классов должны быть подключены к системе принудительного отсоса и улавливания или возврата в технологическую систему.

62. Для изготовления оборудования и трубопроводов должны применяться материалы, которые при взаимодействии с рабочей средой не могут образовывать нестабильные соединения, являющиеся инициаторами взрыва перерабатываемых продуктов.

63. Оборудование со взрывоопасными продуктами должно оснащаться узлами для подключения линий воды, пара, инертного газа, проветривания и нейтрализации, аварийного освобождения, средств взрывоподавления и взрывозащиты.

64. При необходимости устройства наружной теплоизоляции резервуаров, емкостей, технологического оборудования, трубопроводов и технических устройств должны быть предусмотрены меры защиты от попадания в нее горючих продуктов.

65. Для аппаратуры с газофазными процессами и газопроводов, в которых по условиям проведения технологического процесса возможна конденсация паров, проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены устройства для сбора и удаления жидкой фазы.

66. Для взрывоопасных технологических систем, оборудование

и трубопроводы которых в процессе эксплуатации по роду работы подвергаются вибрации, проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены меры и средства по исключению ее воздействия на уплотнительные элементы и снижению воздействия на смежные элементы технологической системы и строительные конструкции.

Периодичность, методы и средства контроля допустимых уровней вибрации отдельных видов оборудования, его элементов (узлов, деталей), примыкающих трубопроводов определяются в технической документации и должны соответствовать требованиям паспортных данных и обязательных для соблюдения требований ТНПА.

## **ГЛАВА 6**

### **ОБОРУДОВАНИЕ И ЕГО РАЗМЕЩЕНИЕ**

67. Технологическое оборудование взрывоопасных технологических объектов, как правило, следует размещать на открытых площадках (наружных установках). Производственные здания для размещения технологического оборудования допускается проектировать только в тех случаях, когда это вызвано особенностью технологического процесса или конструктивными требованиями оборудования при соответствующем техническом обосновании.

68. Размещение технологического оборудования и трубопроводов в помещениях зданий, на открытых площадках (наружных установках), эстакадах должно осуществляться в соответствии с проектной документацией с учетом требований НПА и обязательных для соблюдения требований ТНПА, а также возможности проведения визуального контроля за их техническим состоянием, проведения работ по техническому обслуживанию, ремонту, техническому диагностированию и замене, обеспечивать удобство и безопасность их эксплуатации, возможности принятия оперативных мер по предотвращению инцидентов, аварий, чрезвычайных ситуаций и их локализации и ликвидации.

Все движущиеся и вращающиеся части оборудования ограждаются в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА. Снимать ограждения для ремонта технологического оборудования разрешается после полной его

остановки, разборки электросхемы. Пуск оборудования после ремонта разрешается после установки ограждения на место и укрепления всех его частей.

69. Технологическое оборудование взрывоопасных производств не должно размещаться:

над и под вспомогательными помещениями;

под межцеховыми эстакадами технологических трубопроводов с СГГ, ЛВЖ, ГЖ, едкими и коррозионно-активными веществами;

над площадками открытых насосных и компрессорных установок при разработке и реализации специальных мер безопасности, предусмотренных в составе проектной документации, исключающих попадание взрывоопасных веществ на оборудование, установленное на нижележащих отметках.

70. Для технологического оборудования и трубопроводов взрывоопасных производств, в которых обращаются коррозионно-активные вещества, проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены методы их защиты с учетом скорости коррозионного износа применяемых конструкционных материалов.

71. Полы помещений, этажерок, площадок и галерей при установке на них оборудования, в котором обращаются ЛВЖ, ГЖ, должны иметь уклоны к приемным решеткам, соединенным со сборником или производственной канализацией через гидравлические или другие затворы с огнепреградителями.

Оборудование с СГГ в производственных помещениях зданий должно размещаться в поддонах с устройством по их периметру отбортовки высотой не менее 0,15 м на расстоянии не менее 1,0 м от оборудования, обеспечивающей исключение разлива продуктов. Поддоны должны оснащаться сливным устройством.

Оборудование с ЛВЖ и ГЖ в производственных помещениях зданий должно размещаться в поддонах с устройством по их периметру отбортовки. Высота отбортовки рассчитывается с учетом возможной полной разгерметизации одного хранилища максимальной вместимости.

Площадки и перекрытия этажерок, если на них установлено оборудование, в котором обращаются СГГ, ЛВЖ и ГЖ, должны быть глухими, непроницаемыми для жидкостей и ограждены по периметру сплошным бортом высотой не менее 0,15 м с устройством пандуса у выходов на лестницы.

Оборудование, в котором обращаются СГГ, ЛВЖ и ГЖ, установленное под этажерками, должно ограждаться бортом высотой не менее 0,15 м, на расстоянии не менее 1,0 м от оборудования.

Оборудование, в котором обращаются СГГ, ЛВЖ и ГЖ, установленное на открытых площадках вне этажерок, также должно быть ограждено бортом.

72. В местах пересечения перекрытия оборудованием и трубопроводами борта ограждающие проемы и гильзы должны выступать на высоту не менее 0,15 м над перекрытием. Для отвода разлившейся жидкости и атмосферных осадков с площадок и перекрытий этажерок, огражденных бортами, необходимо предусматривать сливные стояки диаметром не менее 100 мм. Число стояков должно приниматься по расчету, но не менее двух. Сбор разлившихся жидкостей и атмосферных осадков должен осуществляться в специальную емкость.

При наличии в организации закрытой системы промышленной канализации, предназначенной для улавливания разлитых ЛВЖ и ГЖ (нефтеловушки и другие), устройство специальных емкостей для сбора атмосферных осадков и разлитых ЛВЖ и ГЖ не требуется. В этом случае колодцы данной системы канализации должны содержаться закрытыми.

73. Технологическое оборудование и трубопроводы, контактирующие с коррозионными веществами, преимущественно должны изготавливаться из коррозионно-стойких металлических конструкционных материалов. Допускается в обоснованных случаях для защиты оборудования и трубопроводов применять коррозионно-стойкие неметаллические покрытия (фторопласт, полиэтилен и прочее). Для технологических блоков III категории взрывоопасности при соответствующем обосновании, подтвержденном результатами исследований, допускается использование оборудования и трубопроводов из неметаллических коррозионно-стойких материалов (стекло, фарфор, фторопласт, полиэтилен и прочее) с разработкой мер безопасности.

74. Компрессоры и насосы, используемые для перемещения горючих, сжатых и СГГ, ЛВЖ и ГЖ, по надежности и конструктивным особенностям должны выбираться с учетом критических параметров, физико-химических свойств перемещаемых продуктов и параметров технологического

процесса. При этом количество насосов и компрессоров необходимо определять из условия обеспечения непрерывности технологического процесса; в необходимых случаях следует предусматривать их резервирование.

75. Запорная арматура, устанавливаемая на нагнетательном и всасывающем трубопроводах насоса или компрессора, должна быть к нему максимально приближена и находиться в зоне, удобной для обслуживания.

При перемещении транспортируемых сред на противодавление или высоту подъема, если поступление их обратным ходом может привести к возникновению аварийной ситуации, на нагнетательном трубопроводе должна быть предусмотрена установка обратного клапана или другого устройства, предотвращающего перемещение транспортируемых веществ обратным ходом.

Для насосов и компрессоров (группы насосов и компрессоров), перемещающих горючие продукты, должно быть предусмотрено дистанционное отключение.

76. Насосы и компрессоры технологических блоков взрывоопасных производств, остановка которых при падении напряжения или кратковременном отключении электроэнергии может привести к отклонениям технологических параметров процесса до критических значений и развитию аварии, преимущественно должны выбираться с учетом возможности их повторного автоматического пуска и оснащаться системами самозапуска электродвигателей.

Время срабатывания системы самозапуска должно быть меньше времени выхода параметров за предельно допустимые значения.

77. Для перекачки ЛВЖ должны применяться, как правило, центробежные бессальниковые насосы, в обоснованных случаях допускается применение других типов насосов. Выбор типов насосов для перекачки ЛВЖ должен осуществляться проектной организацией на стадии проектирования.

Для СГГ следует применять, как правило, герметичные (бессальниковые) насосы с деталями проточной части из стали. При использовании центробежных насосов следует их оборудовать двойными или танdernыми торцевыми уплотнениями.

Выбор уплотнения валов центробежных насосов: двойных торцевых уплотнений, одинарных торцевых с дополнительным

уплотнением или других специальных уплотнений необходимо осуществлять в зависимости от взрывоопасности смеси паров перекачиваемой жидкости и токсических ее свойств, обеспечивая исключение утечки опасных веществ в окружающую среду.

78. Центробежные насосы с двойным торцевым уплотнением должны оснащаться системами контроля и сигнализации давления уплотняющей жидкости, а насосы с индивидуальной системой подачи уплотняющей жидкости - блокировками по их отключению в случае снижения давления уплотняющей жидкости ниже установленного минимального значения, если изготовителем не предусмотрены иные меры по обеспечению безопасной эксплуатации насосов.

79. В технологических блоках I категории взрывоопасности центробежные компрессоры и насосы с торцевыми уплотнениями должны оснащаться системами контроля за температурой подшипников с сигнализацией, срабатывающей при достижении предельных значений, и блокировкой по отключению компрессоров и насосов при превышении предельных значений температуры, если это предусмотрено проектом. Конструкция компрессоров и насосов должна предусматривать установку датчиков температуры подшипников либо смазочного масла.

За уровнем вибрации должен быть установлен периодический контроль.

Для предупреждения возникновения аварий рекомендуется для насосно-компрессорного оборудования использование системы компьютерного мониторинга для контроля температуры подшипниковых узлов, вибрации, давления, уровня и других параметров.

80. Изготовление трубопроводов и арматуры для горючих и взрывоопасных продуктов должно осуществляться с учетом химических свойств и технологических параметров транспортируемых сред, а также обязательных для соблюдения требований ТНПА.

81. Во взрывоопасных технологических системах запрещается применение гибких рукавов (резиновых, пластмассовых и прочее) в качестве стационарных трубопроводов для транспортировки СГГ, веществ в парогазовом состоянии, ЛВЖ и ГЖ, кроме случаев, когда это вызвано технологической необходимостью (для предупреждения вибрации и прочее). В таких случаях должны

применяться гибкие специальные рукава (армированные, бронированные и другие) с обеспечением мер безопасности в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА, в том числе способов защиты от статического электричества. Соединение таких рукавов осуществляется с помощью стандартных разъемов или других надежных средств.

Допускается применение гибких рукавов, отвечающих обязательным для соблюдения требованиям ТНПА, для проведения операций слива и налива СГГ, ЛВЖ, ГЖ в железнодорожные вагоноцистерны, автоцистерны и другое нестационарное оборудование, а также для выполнения вспомогательных операций (продувка участков трубопроводов, насосов, отвод продувочных газов и паров, освобождение трубопроводов от остатков СГГ, ЛВЖ, ГЖ и прочее), при этом должны быть приняты и отражены проектной организацией в составе проектной документации меры защиты от статического электричества

82. Во взрывоопасных технологических системах, в которых при отклонениях от регламентированных параметров возможен детонационный взрыв в трубопроводах, проектной организацией в составе проектной документации должна быть предусмотрена реализация мероприятий по предотвращению их разрушения и средства ослабления детонационных явлений.

83. Прокладка технологических трубопроводов должна осуществляться в соответствии с требованиями Правил устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 марта 2007 г. N 20 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г., N 107, 8/16225), в том числе в соответствии с требованиями настоящих Правил.

84. Прокладка трубопроводов должна обеспечивать наименьшую протяженность коммуникаций с учетом компенсации температурных деформаций, исключать провисания и образование застойных зон.

85. Прокладку трубопроводов через строительные конструкции зданий и другие препятствия необходимо осуществлять в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА, в том числе должны быть приняты меры, исключающие возможность передачи дополнительных нагрузок на трубопроводы.



86. Трубопроводы, как правило, не должны иметь фланцевых или других разъемных соединений. Наличие фланцевых соединений допускаются только в местах установки арматуры или подсоединения трубопроводов к технологическому оборудованию, техническим устройствам, а также на тех участках, где по условиям технологии требуется периодическая разборка для проведения чистки и ремонта трубопроводов.

87. Фланцевые соединения должны предусматриваться в местах, открытых и доступных для визуального наблюдения, обслуживания, разборки, ремонта и монтажа. Не допускается устраивать фланцевые соединения трубопроводов со взрывоопасными, токсичными, едкими и коррозионно-опасными веществами над местами постоянного прохода и пребывания работников, площадками обслуживания.

Материал фланцев, конструкция уплотнения должны приниматься в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА с учетом условий эксплуатации.

Фланцевые соединения на трубопроводах для агрессивных жидкостей в местах проходов и проездов оснащаются защитными кожухами.

88. В местах подсоединения трубопроводов с горючими продуктами к коллектору необходимо предусматривать установку арматуры для их периодического отключения. При подключении к коллектору трубопроводов технологических блоков I категории взрывоопасности в обоснованных случаях для повышения надежности необходимо предусматривать установку дублирующих отключающих устройств.

89. Для ЛВЖ с температурой вспышки до 45 °С должна применяться стальная арматура, стойкая к коррозионному воздействию рабочей среды в условиях эксплуатации и отвечающая обязательным для соблюдения требованиям ТНПА и настоящих Правил. В технологических блоках, имеющих  $Q_v < 10$ , допускается применение арматуры из чугуна, а также неметаллических конструкционных материалов (пластических масс, стекла и прочего) при наличии результатов специальных исследований и разработке дополнительных мер безопасности в условиях эксплуатации.

Дополнительные меры безопасности должны быть разработаны проектной организацией и предусмотрены в составе проектной

документации.

90. На трубопроводах для транспортирования взрывоопасных продуктов устанавливается арматура в соответствии с проектной документацией.

Класс герметичности затвора определяется проектной документацией исходя из физико-химических свойств перемещаемых продуктов и регламентированных параметров технологического процесса.

91. На технологических трубопроводах технологических блоков I категории взрывоопасности с давлением среды  $P > 2,5$  МПа, температурой, равной температуре кипения при регламентированном давлении, и повышенными требованиями по надежности и плотности соединений следует применять арматуру под приварку.

92. В технологических системах для предупреждения аварий, предотвращения их развития необходимо применять противоаварийные устройства: запорную, запорно-регулирующую арматуру, клапаны, отсекающие и другие отключающие устройства, предохранительные устройства от превышения давления, средства подавления и локализации пламени, автоматические системы подавления взрыва.

93. Арматура, клапаны и другие устройства, используемые в системах подачи в технологическую аппаратуру ингибирующих и инертных веществ, по быстродействию и производительности должны отвечать следующим требованиям:

в системах подачи инертного газа в технологические блоки всех категорий взрывоопасности следует обеспечивать объемные скорости ввода инертного газа, исключаящие образование взрывоопасных смесей во всех возможных случаях отклонений процесса от регламентированных значений;

в системах ввода ингибирующих веществ технологических блоков всех категорий взрывоопасности следует обеспечивать необходимые объемные скорости подачи ингибиторов для подавления неуправляемых экзотермических реакций;

в системах подачи хладагента в теплообменные элементы реакционной аппаратуры технологических блоков следует обеспечивать бесперебойную дополнительную подачу хладагента в количествах, необходимых для прекращения развития неуправляемых экзотермических реакций;

на коммуникациях организованного сброса горючих парогазовых и жидких сред технологических блоков всех категорий взрывоопасности следует исключать возможность выброса этих сред в окружающую атмосферу.

94. Для оборудования, оснащаемого средствами защиты, должны предусматриваться меры по предотвращению травмирования производственного персонала, выброса взрывоопасных продуктов в рабочую зону и вредного воздействия на окружающую среду при срабатывании средств защиты.

95. Применяемая для взрывозащиты технологических систем арматура, предохранительные устройства, средства локализации пламени должны изготавливаться в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА, технической документации на изготовление, испытание и монтаж этих устройств.

96. Выбор и расчет средств защиты аппаратов и коммуникаций от превышения давления должны производиться проектной организацией в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА.

97. На емкостных аппаратах, предназначенных для работы под давлением ядовитых, горючих или взрывоопасных газов, со средой, вызывающей повышенную забивку или коррозию предохранительных клапанов, как правило, предусматриваются резервные предохранительные клапаны с переключающим устройством.

98. Средства защиты от распространения пламени (огнепреградители, пламяотсекатели, жидкостные затворы и прочее) должны устанавливаться в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА, в том числе на дыхательных и стравливающих линиях резервуаров, емкостей, аппаратов с СГГ, горючих газов (далее - ГГ), ЛВЖ и ГЖ, а также на трубопроводах СГГ, ГГ, ЛВЖ и ГЖ, в которых возможно распространение пламени, в том числе работающих периодически или при незаполненном сечении трубопровода, на трубопроводах от оборудования с раскаленным катализатором, пламенным горением и другими источниками зажигания.

Средства защиты от распространения пламени могут не устанавливаться при условии подачи в эти линии инертных газов в количествах, исключающих образование в них взрывоопасных смесей.

Конструкция огнепреградителей и жидкостных предохранительных затворов должна обеспечивать надежную локализацию пламени с учетом условий эксплуатации.

99. Для резервуаров с ЛВЖ, работающих под давлением и относящихся к технологическим блокам I и II категорий взрывоопасности, при возможности возникновения в них вакуума для его гашения и исключения образования взрывоопасной среды должна предусматриваться подача газа, инертного к перемещаемой среде.

100. Для резервуаров, емкостей с ЛВЖ, работающих без давления, проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены меры, предотвращающие образование в них взрывоопасных смесей либо исключающие источники воспламенения.

## **ГЛАВА 7**

### **ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

101. Системы контроля технологических процессов, автоматического, автоматизированного и дистанционного управления (системы управления), системы автоматической сигнализации, системы ПАЗ, а также связи и оповещения об аварийных ситуациях (далее - системы связи и оповещения), в том числе поставляемые комплектно с оборудованием, должны отвечать требованиям НПА, обязательным для соблюдения требованиям ТНПА, настоящих Правил, конструкторской и проектной документации и обеспечивать заданную точность поддержания технологических параметров, надежность и безопасность проведения технологических процессов.

102. Выбор систем контроля, управления и ПАЗ, а также связи и оповещения по надежности, быстродействию (времени срабатывания), допустимой погрешности измерительных систем и другим техническим характеристикам должен осуществляться проектной организацией и отражаться в проектной документации. Данный выбор осуществляется с учетом категории взрывоопасности защищаемого объекта, особенностей

технологических процессов, на основе анализа возможных аварийных ситуаций, а для взрывоопасных технологических объектов с технологическими блоками I категории взрывоопасности - дополнительно на основе моделирования ситуаций средствами микропроцессорной (компьютерной) техники.

103. Технические устройства, элементы систем контроля, управления и ПАЗ, связи и оповещения, устанавливаемые во взрывоопасных зонах производственных помещений и наружных установок, места и условия их размещения должны соответствовать обязательным для соблюдения требованиям ТНПА.

104. Для осуществления контроля состояния воздушной среды проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены:

автоматический контроль загазованности с установкой стационарных газоанализаторов предельно допустимой концентрации (далее - ПДК) или сигнализаторов довзрывоопасной концентрации (далее - ДВК) с устройством световой и звуковой сигнализации в соответствии с требованиями НПА, обязательными для соблюдения требованиями ТНПА (в производственных и складских помещениях, в которых обращаются, хранятся взрывоопасные вещества (СГГ, ГГ, ЛВЖ);

автоматический контроль загазованности с установкой стационарных газоанализаторов ПДК токсичных паров и газов или сигнализаторов ДВК взрывоопасных паров и газов с устройством световой и звуковой сигнализации и регистрацией случаев превышения допустимых значений в соответствии с требованиями НПА, обязательными для соблюдения требованиями ТНПА, в обоснованных случаях допускается периодический контроль воздушной среды (на наружных технологических установках, в резервуарных и емкостных парках, в которых обращаются, хранятся взрывоопасные вещества (СГГ, ГГ, ЛВЖ);

установка стационарных газоанализаторов ПДК с устройством световой и звуковой сигнализации в производственных и складских помещениях, на наружных технологических установках, в резервуарных и емкостных парках, в которых обращаются, хранятся вещества 1-го класса опасности и 2-го класса опасности, а также вещества остронаправленного действия 3-го и 4-го классов в соответствии с требованиями НПА, обязательными для соблюдения требованиями ТНПА.

Обоснование осуществления периодического контроля воздушной среды должно быть предусмотрено проектной организацией в составе проектной документации.

В случае отсутствия в помещении постоянного рабочего места обслуживающего персонала сигнализация о загазованности воздушной среды устанавливается снаружи перед входными дверьми в помещение.

Места установки и количество датчиков или пробоотборных устройств анализаторов определяются в проекте.

При оснащении производственных и складских помещений, наружных технологических установок, резервуарных и емкостных парков газоанализаторами ПДК дополнительная установка сигнализаторов ДВК не требуется.

## **ГЛАВА 8**

### **СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

105. Технологические процессы, имеющие в своем составе объекты с технологическими блоками I категории взрывоопасности, должны оснащаться автоматизированными микропроцессорными системами управления.

Объем оснащения должен быть обоснован и должен обеспечивать необходимую точность, надежность и безопасность проведения технологических процессов, а также указан проектной организацией в проектной документации.

106. Системы управления взрывоопасными процессами на базе средств микропроцессорной техники должны соответствовать требованиям НПА, обязательным для соблюдения требованиям ТНПА и обеспечивать:

постоянный контроль за параметрами процесса и управление режимом для поддержания их регламентированных значений;

регистрацию срабатывания средств ПАЗ и индикацию работоспособного состояния систем ПАЗ;

постоянный контроль состояния воздушной среды в местах возможного образования взрывоопасных концентраций;

действие средств управления и ПАЗ, реализацию оптимальных управляющих воздействий для локализации аварийной ситуации, прекращающих развитие опасной ситуации;

проведение операций безаварийного останова и переключения технологического объекта в безопасное состояние;

мониторинг изменения параметров в сторону критических значений.

107. В помещениях управления должна предусматриваться световая и звуковая сигнализация при превышении предельно допустимых значений параметров, определяющих взрывоопасность процесса, падения давления сжатого воздуха на нужды контрольно-измерительных приборов и автоматики (далее - КИПиА) и инертного газа в системах противоаварийной защиты, о работе аварийных вентиляционных установок (АВУ) и срабатывании газоанализаторов ПДК и (или) сигнализаторов ДВК о загазованности в производственных помещениях и на наружных установках.

## **ГЛАВА 9**

### **СИСТЕМЫ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ**

108. Надежность и время срабатывания систем противоаварийной автоматической защиты определяются проектной организацией (разработчиком технологического проекта) с учетом требований технологической части проекта. При этом учитываются категория взрывоопасности технологических блоков, входящих в объект, и время развития возможной аварии. Время срабатывания контуров системы ПАЗ должно быть таким, чтобы исключалось опасное развитие процесса.

109. Выбор системы ПАЗ взрывоопасных технологических объектов и ее элементов осуществляется исходя из условий обеспечения ее работы при выполнении требований по эксплуатации, обслуживания и ремонта в течение всего межремонтного пробега защищаемого объекта на протяжении всего жизненного цикла системы ПАЗ. При этом надежность системы ПАЗ должна быть не ниже 0,99 за 1000 ч для технологических блоков I категории и не ниже 0,9 за 1000 ч для технологических блоков II и III категорий.

110. Системы ПАЗ и управления технологическими процессами должны исключать их срабатывание от случайных и кратковременных сигналов нарушения нормального режима

эксплуатации технологического объекта, в том числе и в случае переключений на резервный или аварийный источник электропитания как самой системы ПАЗ и управления, так и в схемах электроснабжения электроприемников технологического объекта.

111. В случае отключения электроэнергии или прекращения подачи сжатого воздуха для питания систем контроля и управления системы ПАЗ должны обеспечивать перевод технологического объекта в безопасное состояние. Необходимо исключить возможность произвольных переключений в этих системах при восстановлении питания. Возврат технологического объекта в рабочее состояние после срабатывания ПАЗ выполняется обслуживающим персоналом в соответствии с инструкцией-методикой.

112. Проектной организацией (разработчиком процесса) в проектной документации технологических объектов с блоками всех категорий взрывоопасности наряду с уставками защиты по взрывоопасным параметрам должны быть указаны критические (аварийные) значения параметров, определяющих взрывоопасность процесса, или их границы.

Разработчиком технологического процесса в технологической документации или проектной организацией в проектной документации должны быть определены стадии процесса или отдельные параметры, управление которыми в ручном режиме не допускается, и они должны быть указаны в технологическом регламенте.

113. Проектной организацией должны быть определены и приведены в составе проектной документации значения уставок систем защиты с учетом погрешностей срабатывания сигнальных устройств средств измерения, быстродействия системы, возможной скорости изменения параметров, категории взрывоопасности технологического объекта и взрывоопасные зоны.

114. Для взрывоопасных технологических объектов в составе проектной документации должна быть предусмотрена предаварийная и (или) при необходимости предупредительная сигнализация по значениям параметров, определяющим взрывоопасность процесса.

115. Резервуары, емкости с СГГ и ЛВЖ, входящие в состав технологических блоков I категории взрывоопасности, должны



быть оснащены не менее чем двумя измерителями уровня и сигнализацией верхнего, а при необходимости, и нижнего предельного уровня от двух датчиков; для блоков других категорий допускается оснащение одним измерителем уровня с сигнализатором предельного уровня.

116. Для ПАЗ должны быть предусмотрены средства и методы контроля исправного состояния.

Средства и методы контроля исправного состояния средств ПАЗ должны быть отражены проектной организацией в составе проектной документации. Электронные, электронные программируемые средства ПАЗ для технологических блоков I категории взрывобезопасности должны иметь функцию самодиагностики и световой индикации исправного состояния. Для электронных, электронных программируемых средств ПАЗ объектов II и III категорий взрывобезопасности при отсутствии функции самодиагностики и световой индикации исправного состояния должны быть предусмотрены средства и методы периодического контроля исправного состояния этих средств ПАЗ.

117. При выборе систем ПАЗ и средств в каждом конкретном случае, как правило, должны применяться резервируемые электронные и микропроцессорные системы. Необходимость резервирования должна быть обоснована проектной организацией в составе проектной документации.

118. Контроль за параметрами, определяющими взрывоопасность технологических объектов с технологическими блоками I категории взрывоопасности, осуществляется не менее чем от двух независимых датчиков с отдельными точками отбора и допускается от двух различных параметров (давление и температура, температура и концентрация и прочее). Перечень таких параметров и обоснованность в каждом конкретном случае определяется разработчиком процесса.

119. Система ПАЗ должна функционировать независимо от системы управления технологическим процессом. Нарушение работы системы управления не должно влиять на работу системы ПАЗ. Для технологических блоков I категории взрывоопасности необходимо применять программируемые логические контроллеры, имеющие сертификат соответствия требованиям функциональной безопасности и с резервируемыми центральными процессорами, блоками питания, сетями передачи данных. Для технологических

блоков II и III категории взрывоопасности необходимость применения программируемых логических контроллеров для системы ПАЗ определяется проектной организацией.

Установка деблокирующих ключей в схемах ПАЗ объектов с блоками всех категорий взрывоопасности допускается только для обеспечения пуска, остановки или в обоснованных случаях, определенных проектной организацией, для возможности проверки КИПиА, входящих в состав систем управления и ПАЗ, связи и оповещения (для ремонта, наладки, осуществления метрологического контроля, контроля технического состояния или контроля функционирования).

120. При наличии выбора автоматического и ручного режима управления электроприводами отсекающих устройств ПАЗ их состояние должно фиксироваться системой ПАЗ и передаваться в систему контроля и управления.

## **ГЛАВА 10**

### **ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ**

121. Системы контроля, управления и ПАЗ объектов, имеющих в составе технологические блоки I категории взрывоопасности в части обеспечения надежности электроснабжения относятся к особой группе электроприемников I категории в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА. Необходимость отнесения систем контроля, управления и ПАЗ технологических блоков II и III категорий взрывоопасности к электроприемникам особой группы должна быть обоснована и определена проектной организацией в составе проектной документации.

122. Запас сжатого воздуха должен обеспечивать питание систем контроля, управления и ПАЗ в случае останова компрессоров в течение не менее 1 часа. Производства с технологическими блоками I категории взрывоопасности, как правило, должны иметь буферные емкости.

123. Для систем контроля, управления и ПАЗ технологических объектов с блоками I категории взрывоопасности необходимо предусматривать третий независимый источник электропитания (источник бесперебойного питания) для безаварийного останова

технологического объекта в расчетное время.

124. Для пневматических систем контроля, управления и ПАЗ следует предусматривать специальные установки для очистки и осушки воздуха КИПиА и при необходимости отдельные сети сжатого воздуха. Воздух для систем КИПиА и ПАЗ очищается от пыли, масла, влаги. Качество сжатого воздуха должно соответствовать обязательным для соблюдения требованиям ТНПА и быть не ниже I класса загрязненности.

125. На вводе трубопровода сжатого воздуха на технологический объект (цех) проектной организацией в составе проектной документации должна быть предусмотрена установка пробоотборных устройств для проведения анализа его загрязненности.

126. Проектной организацией в составе проектной документации должно предусматриваться оснащение помещений управления технологическими объектами и установок компримирования воздуха световой и звуковой сигнализацией по падению давления сжатого воздуха.

127. Запрещается использование инертного газа для питания средств измерений, систем контроля, управления и ПАЗ, КИПиА.

## **ГЛАВА 11**

### **СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАЩИТ И АВТОМАТИКИ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**

128. Энергетическая устойчивость технологической системы с учетом категории взрывоопасности входящих в нее блоков, особенностей технологического процесса должна быть обеспечена выбором схемы электроснабжения, количеством (основных и резервных) источников питания и надежностью оборудования схемы энергосбережения.

129. Проектной организацией должна быть определена категория надежности электроснабжения производств и объектов.

130. Силовое электрооборудование подстанций, электрических сетей и электроустановок должно быть защищено от перегрузок и коротких замыканий; нарушений нормальных режимов эксплуатации устройствами релейной защиты, автоматическими выключателями или предохранителями. Электрические сети должны иметь защиту от токов короткого замыкания,

обеспечивающую, по возможности, наименьшее время отключения и требования селективности.

131. Каждый аппарат защиты должен иметь надпись, указывающую значения номинального тока аппарата, уставки расцепителя и номинального тока плавкой вставки, требующейся для защищаемой им сети.

132. Схема электроснабжения систем оперативного тока распределительных устройств электроснабжения технологических блоков I, II и III категорий взрывоопасности должна обеспечивать постоянное наличие напряжения в цепях управления.

## **ГЛАВА 12**

### **РАЗМЕЩЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ПОМЕЩЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И АНАЛИЗАТОРНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**

133. Объемно-планировочные решения, конструкция зданий, помещений и вспомогательных сооружений для систем управления, ПАЗ и газового анализа, их размещение на территории взрывоопасных технологических объектов осуществляются на основе требований настоящих Правил и обязательных для соблюдения требований ТНПА.

134. К помещениям управления относятся помещения, в которых размещается оборудование системы автоматического контроля и управления технологическим процессом и систем ПАЗ (центральный пульт управления, операторные, машинные залы, помещения контроллеров и инженерных станций, аппаратные).

135. Для вновь проектируемых взрывоопасных технологических объектов помещения управления, в которых предусмотрено постоянное пребывание людей согласно таблице 4 приложения 4, должны размещаться в зданиях, устойчивых к воздействию ударной волны.

Необходимость размещения помещений управления без постоянного пребывания людей в зданиях во взрывоустойчивом исполнении определяется проектом.

136. Помещения управления и анализаторные помещения устраиваются, как правило, стоящими отдельно вне взрывоопасной зоны. При соответствующем обосновании допускается пристраивать их к зданиям со взрывоопасными зонами. При этом

запрещается:

- размещение над (или под) взрывоопасными помещениями, помещениями с химически активной и вредной средой, приточными и вытяжными вентиляционными камерами, помещениями с мокрыми процессами;

- размещение в них оборудования и других устройств, не связанных с системой управления технологическим процессом;

- транзитная прокладка трубопроводов, воздухопроводов, кабелей и прочего через помещения управления;

- устройство парового или водяного отопления;

- ввод импульсных линий и других трубопроводов с горючими, взрывоопасными и вредными веществами.

137. В отдельных случаях допускается расположение помещения управления над электропомещениями, при этом силовое электрооборудование электропомещений не должно влиять на работу устройств систем автоматизации.

138. Должно быть исключено попадание влаги в помещения управления от устройств системы отопления помещений, расположенных над помещениями управления.

139. Помещения управления технологическими процессами должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией, и установки для кондиционирования воздуха (в обоснованных случаях допускается устройство водяного отопления в помещениях управления, не имеющих электронных приборов);

- воздух, подаваемый в помещения управления, должен быть очищен от газов, паров и пыли и соответствовать требованиям по эксплуатации устанавливаемого оборудования и санитарным нормам;

- полы в помещениях управления должны быть неэлектропроводными.

140. Анализаторные помещения должны соответствовать следующим требованиям:

- объем анализаторного помещения и технические характеристики систем вентиляции определяются исходя из условия, что в помещении в течение 1 часа должна быть исключена возможность образования взрывоопасной концентрации анализируемых продуктов при полном разрыве газоподводящей трубки одного анализатора независимо от их числа в помещении

при наличии ограничителей расхода и давления этих продуктов;

при невозможности обеспечения этого условия, кроме основной (рабочей) вентиляции, в помещении должна предусматриваться резервная (аварийная) система вентиляции, которая автоматически включается в случае загазованности помещения, а также в случае остановки (отключения) рабочей вентиляции.

141. Запрещается вводить в анализаторное помещение пробоотборные трубки с давлением выше, чем это требуется для работы анализатора.

Ограничители расхода и давления на пробоотборных устройствах должны размещаться в безопасном месте вне анализаторного помещения.

Анализируемые вещества после завершения анализа должны, как правило, возвращаться в технологическую систему или утилизироваться.

142. Баллоны с поверочными газами и смесями, газами-носителями, эталонами и прочего должны отвечать требованиям Правил по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением. Запрещается их размещение в анализаторных помещениях.

Места и порядок размещения, хранения и использования баллонов определяются проектом.

143. В анализаторных помещениях запрещается предусматривать постоянное пребывание работников.

144. Анализаторы должны иметь защиту от взрыва по газовым линиям.

## **ГЛАВА 13**

### **ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

145. Электроснабжение объектов, имеющих в своем составе технологические блоки I категории взрывоопасности, должно осуществляться не ниже чем по I категории надежности. При этом должна быть обеспечена возможность безаварийного перевода технологического процесса в безопасное состояние во всех режимах функционирования производства, в том числе и при одновременном прекращении подачи электроэнергии от двух

независимых взаиморезервирующих источников питания.

146. Выбор типа исполнения, размещение, устройство, монтаж, обслуживание и ремонт электроустановок должны соответствовать требованиям настоящих Правил, Правил устройства электроустановок и других обязательных для соблюдения требований ТНПА.

Линии электроснабжения от внешних источников независимо от класса напряжения, питающие потребителей I категории надежности электроснабжения, не должны оборудоваться устройствами автоматической частотной разгрузки.

Прокладку кабелей по территории взрывоопасных производств и объектов организации рекомендуется выполнять открыто - по эстакадам, в галереях, на кабельных конструкциях технологических эстакад. Допускается прокладка кабелей в каналах, засыпанных песком, в траншеях.

Размещать кабельные сооружения на технологических эстакадах следует с учетом обеспечения возможности монтажа и демонтажа трубопроводов.

Кабели, прокладываемые на территории технологических установок и производств, должны иметь изоляцию и оболочки из материалов, не распространяющих горение. Выбор изоляции и оболочек кабелей должен производиться с учетом вредного воздействия на них паров химических веществ, имеющихся в зоне прокладки. Не допускается применение проводов и кабелей с полиэтиленовой изоляцией или оболочкой.

При проведении ремонтных работ в условиях стесненности, возможной загазованности, в том числе внутри технологических аппаратов, освещение, как правило, обеспечивается с помощью переносных взрывозащищенных аккумуляторных светильников в соответствующем среде исполнении или переносных светильников во взрывобезопасном исполнении, отвечающих требованиям ТНПА по устройству электроустановок.

Электроснабжение аварийного освещения рабочих мест, с которых при необходимости осуществляется аварийная остановка технологического оборудования, относящегося к особой I категории надежности, должно осуществляться по той же категории надежности.

Устройства для подключения передвижного и переносного электрооборудования должны размещаться вне взрывоопасных зон.

147. Электроприемники технологических систем, имеющих в своем составе блоки II и III категорий взрывоопасности, в зависимости от конкретных условий эксплуатации и особенностей технологического процесса по обеспечению надежности электроснабжения могут относиться к электроприемникам только I или II категории.

148. Электроснабжение взаимосвязанных между собой технологических объектов, как правило, предусматривается от одной группы источников питания (основного и резервных).

При электроснабжении от различных групп источников предусматриваются меры и средства, обеспечивающие бесперебойную работу взаимосвязанных между собой объектов технологической системы или перевод ее в безопасное состояние в случае выхода из строя одного из источников питания.

149. Закупаемое взрывозащищенное электрооборудование, предназначенное для эксплуатации во взрывоопасных средах, должно отвечать требованиям законодательства в области промышленной безопасности.

На взрывозащищенное электрооборудование (в том числе закупаемое по импорту индивидуально) должен быть оформлен сертификат соответствия продукции ТР ТС 012/2011. В случае комплектной поставки взрывозащищенного индивидуального подтверждения соответствия ТР ТС 012/2011 не требуется. В комплекте технологической установки требуется сертификат, подтверждающий маркировку взрывозащиты.

150. Электроосвещение наружных технологических установок должно иметь дистанционное включение и местное по зонам обслуживания.

151. На высотных зданиях, сооружениях, технологическом оборудовании необходимо предусматривать установку заградительных огней в соответствии с пунктом 146 настоящих Правил.

152. Технологические установки и производства оборудуются стационарной сетью для подключения сварочного электрооборудования.

## **ГЛАВА 14**

### **ОТОПЛЕНИЕ И ВЕНТИЛЯЦИЯ**



153. Здания, помещения должны быть оборудованы системами отопления, вентиляции, кондиционирования. Технические решения по оборудованию зданий, помещений системами отопления, вентиляции, кондиционирования должны быть предусмотрены проектной организацией в составе проектной документации.

154. Устройство систем вентиляции, в том числе аварийной, кратность воздухообмена определяются условиями обеспечения надежного и эффективного вентилирования.

Для технологических блоков I категории взрывоопасности оценка возможности использования всех видов вентиляции при аварийных, залповых выбросах горючих продуктов из технологического оборудования, трубопроводов в помещение осуществляется проектной организацией и отражается в проектной и технологической документации.

155. Устройство воздухозабора для систем приточной вентиляции, кондиционирования необходимо предусматривать из мест, исключающих попадание в них взрывоопасных паров и газов во всех режимах работы производства. При вероятности попадания в системы приточной вентиляции, приточные вентиляционные камеры, системы кондиционирования взрывоопасных паров и газов в результате возникновения инцидентов, аварий оборудование систем вентиляции, кондиционирования, электрооборудование и освещение помещений приточных вентиляционных камер должно быть выполнено во взрывозащищенном исполнении, соответствующем категории и группе взрывоопасной смеси.

Приемные устройства для наружного воздуха, шахты для приточных систем, обслуживающих электродвигатели в продуваемом исполнении, следует предусматривать самостоятельными.

156. Устройство выбросов воздуха от систем общеобменной и аварийной вытяжной вентиляции должно обеспечивать эффективное рассеивание и исключать возможность взрыва в зоне выброса и образования взрывоопасных смесей над территорией предприятия, в том числе у стационарных источников зажигания.

157. Для вентиляционных систем местных отсосов, удаляющих взрывоопасные газы, пары и пыли, как правило, должны быть предусмотрены блокировки, исключающие пуск и работу конструктивно связанного с ними технологического оборудования при неработающем вентиляционном оборудовании. Оснащение

технологического оборудования блокировками по предупреждению его пуска и работы при неработающем вентиляционном оборудовании должно быть обосновано проектной организацией в составе проектной и технологической документации.

158. Для систем аварийной вентиляции должно быть предусмотрено их автоматическое включение по срабатыванию установленных в помещении сигнализаторов ДВК (газоанализаторов ПДК).

159. Проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены технические решения, исключающие поступление взрывоопасных газов, паров и пыли по воздуховодам систем вентиляции из одного помещения в другое.

160. Исполнение вентиляционного оборудования, воздухопроводов, элементов для вытяжных вентиляционных систем (шибера, заслонки, клапаны) должно предусматривать исключение источника механического (удар, трение) зажигания или электрического (статическое электричество) происхождения.

161. Конструкция вентиляторов, аэродинамические, акустические, вибрационные характеристики вентиляторов должны обеспечивать их безопасную эксплуатацию.

162. Элементы конструкции взрывозащищенных вентиляторов, электродвигатели и оборудование вентиляционных систем должны соответствовать требованиям ТР ТС 012/2011.

В случае размещения вентиляторов в помещениях с химически активной, влажной или пыльной средой электродвигатели должны быть защищены от воздействия данной среды.

163. Расположенные в помещениях технологическое оборудование, его элементы, пробоотборные устройства, от которых возможно выделение вредных и взрывоопасных веществ в период нормальной эксплуатации (определенной регламентом), оснащаются местными отсосами (укрытиями, шкафами).

164. В производственных помещениях, в которых возможно выделение вредных и взрывоопасных веществ в период нормальной эксплуатации (определенной регламентом) должен быть организован аналитический контроль состояния воздушной среды на рабочих местах. Контроль следует осуществлять приборами непрерывного действия с подачей звукового сигнала на пульт управления и при необходимости в систему противоаварийной защиты.

165. Концентрация взрывоопасных смесей, перемещаемых вентиляторами, не должна превышать 50% нижнего концентрационного предела распространения пламени. В аварийных случаях допускается работа вентиляторов при появлении смесей взрывоопасных концентраций до полной остановки технологического оборудования и удаления из помещений взрывоопасных смесей.

166. Аварийную вентиляцию для производственных помещений, в которых возможно внезапное поступление большого количества вредных и горючих газов, паров и аэрозолей, следует предусматривать в соответствии с технологической частью проекта, учитывая несовместимость по времени аварии технологического и вентиляционного оборудования.

Для аварийной вентиляции следует использовать:

основные и резервные системы общеобменной вентиляции и системы местных отсосов, обеспечивающие расход воздуха, необходимый для аварийной вентиляции;

системы, указанные в предыдущих перечислениях, и системы аварийной вентиляции на недостающий расход воздуха;

системы аварийной вентиляции, если использование основных и резервных систем невозможно или нецелесообразно.

167. В помещениях со взрывоопасными технологическими процессами преимущественно должно быть предусмотрено воздушное отопление, совмещенное с приточной вентиляцией. Допускается применение водяного или парового отопления помещений при условии, что обращающиеся в процессе вещества не образуют с водой взрывоопасных продуктов. Максимальная температура поверхностей нагрева систем отопления не должна превышать 80% температуры самовоспламенения любого из обращающихся в процессе веществ.

168. Устройство системы отопления (водяного, парового), применяемые элементы и арматура, расположение при прокладке их над электропомещениями и помещениями управления, КИПиА должны исключать попадание влаги в эти помещения при всех режимах эксплуатации и обслуживания этих систем.

169. Вентиляционное оборудование, системы вентиляции, в том числе воздухопроводы и их составные части, должны находиться в технически исправном состоянии, соответствовать требованиям проектной документации. Воздуховоды систем вентиляции, места

соединений их участков друг с другом и с вентиляторами должны быть герметичны. Антикоррозионная защита вентиляционного оборудования, систем вентиляции, в том числе воздуховодов и их технических устройств, должна своевременно восстанавливаться.

170. Электрооборудование вентиляционных систем, устанавливаемое в производственных помещениях, снаружи здания и в помещениях вентиляционного оборудования (вентиляционных камерах) по уровням и видам взрывозащиты, группам и температурным классам, выбирается разработчиком проекта в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок и других обязательных для соблюдения требований ТНПА.

171. Оборудование вентиляционных (приточных и вытяжных) систем, все металлические воздуховоды необходимо заземлять согласно требованиям НПА и обязательным для соблюдения требованиям ТНПА.

172. В помещениях управления и производственных помещениях необходимо предусматривать сигнализацию о работе вентиляционных систем "Включено", "Авария" для:

- систем, обслуживающих помещения, в которых выделяются взрывоопасные вещества;

- постоянно действующих приточных и вытяжных систем;

- систем подпитки и продувки электродвигателей и щитов управления;

- систем аварийной вентиляции.

173. Во время работы вентиляторов необходимо:

- визуально следить за состоянием муфт сцепления вала двигателя и вала рабочего колеса. Плоскости муфт не должны касаться между собой;

- следить за тем, чтобы виброизоляторы не подвергались коррозии и все крепежные детали были затянуты.

Осуществлять контроль:

- за наличием смазки и температурой в подшипниках и лабиринтном уплотнении. Максимальная температура нагрева не должна превышать предельно допустимую температуру, указанную в технических характеристиках, и быть не выше температуры, допустимой для данной группы взрывоопасных смесей;

- за плотностью прилегания щеток к валу привода на вентиляционных установках, на которых конструктивно предусматривается токосъемник для отвода статического

электричества.

## **ГЛАВА 15**

### **ВОДОПРОВОД И КАНАЛИЗАЦИЯ**

174. Проектирование, возведение и эксплуатация систем водоснабжения и канализации взрывоопасных производств должны осуществляться в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА и настоящими Правилами.

175. По каждому технологическому объекту должны определяться возможные составы, температура и количество направляемых в канализацию промышленных стоков. Разделение систем канализации на потоки должно предусматриваться в зависимости от характера загрязнений и последующей их очистки на очистных сооружениях. Организация отвода стоков от различных объектов должна исключать образование осадков и забивку канализации, а при смешивании - возможность образования взрывоопасных продуктов и твердых частиц.

176. Системы канализации технологических объектов должны обеспечивать удаление и предварительную очистку химически загрязненных технологических смывных и других стоков, образующихся как при регламентированных режимах работы производства, так и в случаях аварийных выбросов.

Запрещается сброс этих стоков в магистральную сеть канализации без предварительной очистки, за исключением случаев, когда центральная сеть предназначена для приема таких стоков.

177. Меры по очистке стоков и удалению взрывоопасных продуктов должны исключать возможность образования в системе канализации взрывоопасной концентрации паров и газов.

178. Для технологических объектов, как правило, необходимо предусматривать локальные очистные сооружения.

179. Сооружения локальной очистки на входе и выходе потоков сбросов должны оснащаться средствами контроля содержания взрывоопасных продуктов и сигнализации превышения допустимых значений.

Для очистных сооружений взрывоопасных технологических объектов, имеющих в своем составе технологические блоки I категории взрывоопасности, а также для объектов, имеющих в

своем составе блоки всех категорий при возможности залповых сбросов взрывопожароопасных продуктов в канализацию предусматриваются автоматические системы контроля и сигнализации. В остальных случаях на трубопроводах, предназначенных для спуска чистых производственных и загрязненных сточных вод, предусматривается устройство пробных кранов для организации аналитического контроля за содержанием взрывоопасных продуктов в стоках. Периодичность контроля выбирается с учетом конкретных условий производства, обеспечения эффективности этого контроля и регламентируется.

180. На выпусках сточных вод, содержащих ЛВЖ, ГЖ и взрывчатые вещества (далее - ВВ), необходимо предусматривать колодцы с гидравлическими затворами. Гидравлические затворы устанавливаются на всех выпусках из производственных помещений, наружных установок, насосных, поддонов железнодорожных эстакад, обвалований резервуарных парков, до и после нефтеловушек. В обоснованных случаях допускается один гидравлический затвор на несколько объектов.

Гидравлические затворы необходимо устраивать также на линейной части канализационной сети, транспортирующей сточные воды с содержанием ЛВЖ, ГЖ и ВВ.

181. На выпусках канализации от резервуарных парков ЛВЖ, ГЖ и СГГ необходимо предусматривать колодцы с задвижками, закрытыми в нормальном положении. Открытие и закрытие задвижек должно осуществляться посредством колонок управления с поверхности земли.

При отсутствии возможности спуска ЛВЖ или ГЖ из поддонов (под оборудованием) и обвалований в систему канализации должна быть предусмотрена специальная емкость сбора, в обоснованных случаях откачка может производиться передвижными насосами.

182. Запрещается располагать колодцы на сетях канализации под эстакадами технологических трубопроводов и в пределах отбортовок оборудования наружных установок, содержащих взрывоопасные продукты.

183. Необходимо предусматривать естественную вытяжную вентиляцию канализационных трубопроводов.

184. Канализационные сети необходимо периодически очищать от осадков. Обслуживание, ремонт и другие работы на сетях канализации, относящиеся к категории газоопасных, должны

выполняться по специальному графику в соответствии с требованиями инструкции по безопасному ведению газоопасных работ.

185. Водоснабжение взрывоопасных технологических объектов в каждом конкретном случае предусматривается с учетом особенностей технологического процесса и исключения аварий и выбросов взрывоопасных продуктов в окружающую среду. Для технологических объектов, имеющих в своем составе технологические блоки I категории взрывоопасности в зависимости от конкретных условий проведения процесса могут предусматриваться резервные источники водоснабжения с системой их автоматического включения.

186. Водоснабжение технологических систем должно предусматриваться преимущественно с использованием замкнутой системы водооборота.

Для технологических объектов с блоками всех категорий взрывоопасности и технологических объектов с повышенными требованиями по теплосъему (аппараты с экзотермическими процессами и другие) оборотное водоснабжение предусматривается с использованием систем водоподготовки, исключающих снижение эффективности теплообмена и забивку теплообменной аппаратуры.

187. Для систем оборотного водоснабжения взрывоопасных производств, где в технологических процессах давление охлаждаемых сред выше давления охлаждающей воды и возможно попадание в воду горючих веществ, проектом предусматриваются методы и средства контроля их содержания на выходе из технологических установок и регламентируются.

188. Системы водоснабжения и канализации взрывоопасных производств должны находиться в технически исправном состоянии, их эксплуатацию следует осуществлять в соответствии с требованиями проектной документации.

## **ГЛАВА 16**

### **МОЛНИЕЗАЩИТА И ЗАЗЕМЛЕНИЕ**

189. Здания, сооружения, наружные установки или их части, технологическое оборудование, трубопроводы должны быть оборудованы устройствами молниезащиты и защиты от вторичных проявлений молнии. Технические решения по оборудованию

зданий, сооружений, наружных установок или их частей, технологического оборудования, трубопроводов устройствами молниезащиты и защиты от вторичных проявлений молнии должны быть предусмотрены проектной организацией в составе проектной документации.

190. Устройства молниезащиты и защиты от вторичных проявлений молнии зданий, сооружений, наружных установок и их частей, технологического оборудования, трубопроводов должны находиться в технически исправном состоянии, эксплуатироваться в соответствии с требованиями проектной документации.

191. Технологическое оборудование, трубопроводы, вентиляционное оборудование должны быть оснащены устройствами защиты от статического электричества. Технические решения по оснащению технологического оборудования, трубопроводов, вентиляционного оборудования устройствами защиты от статического электричества должны быть предусмотрены проектной организацией в составе проектной документации.

192. Устройства защиты от статического электричества технологического оборудования, трубопроводов, вентиляционного оборудования должны находиться в технически исправном состоянии, соответствовать требованиям проектной документации.

193. В исходных данных для проектирования необходимо указывать удельное объемное или поверхностное электрическое сопротивление веществ, применяемых и получаемых в данном производстве, и требования безопасности по предотвращению опасных проявлений статического электричества (заключение о возможности применения существующих антистатиков для снижения удельного объемного или поверхностного электрического сопротивления получаемого продукта без изменения его эксплуатационных качеств).

194. Сроки приведения действующих взрывоопасных технологических объектов в соответствие с требованиями настоящих Правил, требующих выполнения специальных работ (установки нейтрализаторов, увлажнителей, отработки технологии применения антистатических материалов, внедрения прогрессивных технологий, замены устаревшего оборудования современными видами оборудования и иного), определяются в каждом конкретном случае субъектом промышленной



безопасности.

195. Мероприятия по защите от статического электричества в соответствии с настоящими Правилами должны осуществляться во взрывоопасных помещениях и зонах открытых (наружных) установок, отнесенных к классам 0, 1, 2, В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa, П-I, П-II, П-IIa, П-III, в соответствии с требованиями обязательными к применению ТНПА, регулирующего устройства электроустановок.

В помещениях и зонах, которые не относятся к указанным, защита от статического электричества должна осуществляться лишь на тех участках, где статическое электричество отрицательно влияет на технологический процесс и качество продукции. Кроме того, мероприятия по защите от статического электричества должны осуществляться в тех случаях, когда вследствие его воздействия возникают опасности травмирования производственного персонала.

196. Разработка новых технологических процессов, машин и аппаратов должна проводиться с учетом необходимости предотвращения опасной статической электризации веществ при их промышленном производстве.

197. Характеристика производственного процесса по опасности накопления зарядов статического электричества (далее - заряды) и принятые мероприятия по предотвращению проявления зарядов статического электричества должны быть указаны в пояснительной записке к технологической части проекта и технологическом регламенте действующих производств.

198. В проекте должны быть предусмотрены мероприятия по защите от статического электричества, а все предусмотренные средства защиты должны быть отражены в проектно-сметной документации.

199. Опасность действия статического электричества должна устраняться специальными мерами, которые создают утечку электростатических зарядов, предотвращающих накопление энергии заряда выше уровня 0,4 А/мин, или создают условия, исключающие возможность образования взрывоопасной концентрации взрывоопасной смеси (например, вытеснение горючей смеси инертным газом).

200. Для защиты от накопления и проявления зарядов статического электричества на оборудовании, на теле человека и на

перекачиваемых веществах должны предусматриваться меры, с учетом особенностей производства, обеспечивающие стекание возникающих зарядов:

отвод зарядов путем заземления корпусов оборудования и коммуникаций, а также обеспечение постоянного электрического контакта обращающихся веществ и тела, одежды человека с заземлением с целью снятия статического заряда;

отвод зарядов путем уменьшения удельных объемных и поверхностных электрических сопротивлений;

нейтрализация зарядов путем использования радиоизотопных, индукционных и других нейтрализаторов.

201. Для снижения интенсивности возникновения зарядов статического электричества необходимо:

предусмотреть технические решения по очистке горючих газов от жидких, твердых частиц и примесей в случаях, когда это технологически возможно;

исключить или ограничить разбрызгивание, дробление, распыление веществ в случаях, когда этого не требует технология производства;

обеспечить выбор (регулировку) скорости движения среды.

202. Скорость движения материалов в аппаратах и трубопроводах не должна превышать значений, предусмотренных проектом.

203. В случае, если невозможно обеспечить стекание возникающих зарядов, для предотвращения воспламенения среды внутри аппаратов искровыми разрядами необходимо исключить образование в них взрывоопасных смесей путем применения закрытых систем с избыточным давлением или использования инертных газов для:

заполнения аппаратов, емкостей, закрытых транспортных систем и другого оборудования;

передавливания легковоспламеняющихся жидкостей;

пневмотранспорта горючих мелкодисперсных и сыпучих материалов и продувки оборудования перед пуском.

204. Во взрывоопасных производствах (процессах), где могут накапливаться заряды статического электричества, технологическое и транспортное оборудование (аппараты, емкости, машины, коммуникации и прочее) необходимо изготавливать из материалов, имеющих удельное объемное электрическое

сопротивление не выше  $10^5$  Ом·м.

Во взрывоопасных производствах рекомендуется непосредственно соединять электродвигатель с исполнительным механизмом, либо применять редукторы и другие типы передач, изготовленные из металла и обеспечивающий электрический контакт оси двигателя и исполнительного механизма. Запрещается применять на взрывоопасных объектах ременные передачи.

## **ГЛАВА 17**

### **СНАБЖЕНИЕ ИНЕРТНЫМ ГАЗОМ**

205. В составе субъектов промышленной безопасности следует, как правило, предусматривать необходимые мощности по выработке инертного газа, который может использоваться для технологических нужд, для продувки и испытания на герметичность систем аппаратов и трубопроводов.

206. Для объектов, имеющих в своем составе установки со взрывоопасными средами, в качестве "инертного газа" рекомендуется применять азот. Применение диоксида углерода (углекислого газа) в качестве "инертного газ" допускается при соответствующем обосновании.

207. При использовании диоксида углерода необходимо учитывать физико-химические свойства газа, в том числе возможность образования твердых карбонатов в виде осадков и пылей, возможность образовывать "сухой лед" при быстром истечении (расширении). Кроме этого, необходимо учитывать возможность образования разрядов статического электричества при редуцировании диоксида углерода из баллонов и сосудов большого объема до давления ниже 0,5 МПа.

208. Для исключения недостатков диоксида углерода в качестве инертного газа может применяться его смесь с азотом.

209. Состав инертного газа, применяемого на предприятии в качестве флегматизатора и продувочного газа, должен регламентироваться и периодически контролироваться аналитическими методами. Потенциальную опасность могут вызвать примеси кислорода, масла, воды.

210. Инертный газ должен быть осушен до остаточной абсолютной влажности, исключающей выпадение влаги в трубопроводах в зимних условиях при его транспортировке и

редуцировании из реципиента (емкости для хранения), а также допустимой по условиям технологии производства.

## **ГЛАВА 18**

### **СИСТЕМЫ СВЯЗИ И ОПОВЕЩЕНИЯ**

211. Взрывоопасные технологические объекты оборудуются системами двусторонней громкоговорящей или радиосвязи и телефонной связи, а взаимосвязанные технологические объекты в необходимых случаях - сигнализацией о работе связанных между собой агрегатов. Двусторонняя громкоговорящая связь в обоснованных случаях предусматривается для технологических объектов с технологическими блоками I категории взрывоопасности с персоналом диспетчерских пунктов, газоспасательными службами, территориальными органами Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, сливно-наливными пунктами, складами и насосными горючих, сжиженных и вредных продуктов. Перечень производственных подразделений, с которыми устанавливается связь, тип связи определяется разработчиком проекта в зависимости от особенностей технологического процесса, условий производства с учетом категории его взрывоопасности и других факторов.

212. Средства оповещения и связи для объектов с технологическими блоками I категории взрывоопасности, как правило, должны предусматривать применение микропроцессорной техники.

Информация, выдаваемая автоматической (или автоматизированной) системой обнаружения и оповещения об аварийных ситуациях, включая данные прогнозирования о путях возможного распространения взрывоопасного (или вредного химического) облака, должна передаваться диспетчеру предприятия а также в вышестоящую систему управления.

## **РАЗДЕЛ III**

### **ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И ОБЪЕКТОВ**

## **ГЛАВА 19**

### **ВЕДЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

213. На каждое взрывоопасное производство на основании проекта должны быть разработаны и утверждены в установленном порядке технологический регламент и соответствующие ЛНПА.

214. Внесение изменений в технологическую схему, аппаратное оформление, систему противоаварийной защиты действующих производств может быть произведено при наличии проектной документации, выполненной разработчиком технологического процесса, проектной организацией или субъектом промышленной безопасности, имеющем разрешение, указанное в части первой пункта 12 настоящих Правил.

В случаях ликвидации (отсутствии ответа на обращения) разработчика проекта, разработчика процесса, в том числе иностранного, внесение изменений в технологическую схему, аппаратное оформление, систему противоаварийной защиты действующих взрывоопасных производств может осуществляться после внесения изменений в проектную и техническую документацию, согласованную с организацией, имеющей разрешение, указанное в части первой пункта 12 настоящих Правил.

Внесенные изменения не должны отрицательно влиять на работоспособность и безопасность всей технологической системы в целом.

215. Проведение на взрывоопасных производствах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по отработке новых технологических процессов или их отдельных стадий, испытанию головных образцов вновь разрабатываемого оборудования, опробованию опытных установок, опытных средств и систем автоматизации допускается при соблюдении требований промышленной безопасности.

216. На каждом взрывоопасном производстве должен быть составлен перечень параметров, определяющих взрывоопасность процесса с указанием их предельно допустимых и критических значений, и организован анализ выдерживания этих параметров. Выдерживание параметров, определяющих взрывоопасность процесса, должно быть не ниже 99,5%.

217. В пункте (в помещении) управления технологическими процессами (операторной и прочее) взрывоопасного технологического объекта (цеха, установки и прочее) схема

технологического процесса должна быть размещена в границах рабочего места, доступном для персонала, или прилагаться к технологической инструкции по данному рабочему месту (нескольким рабочим местам).

На технологическом оборудовании, технических устройствах, запорной (запорно-регулирующей, отсечной) арматуре (клапанах) должны быть нанесены (обозначены) номера согласно технологической схеме, а на технологических трубопроводах - обозначения направления перемещения веществ. На регулирующих клапанах, регулирующих клапанах-отсекателях, отсекателях, ручной запорной арматуре, участвующих в отсечении установки (блока), должны быть нанесены (обозначены) номера согласно блок-картам в ПЛА.

На технологические трубопроводы, работающие без теплоизоляционного покрытия, должна быть нанесена опознавательная окраска, определенная проектной документацией в соответствии с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА. На технологических объектах должны быть схемы сечений их межцеховых трубопроводов с указанием яруса расположения, диаметров трубопроводов и наименования транспортируемых веществ.

218. Отсекающие межблочные устройства перед каждым включением технологической системы (технологического блока) в работу по завершении планового остановочного ремонта, если проектом не предусмотрены другие сроки, должны проверяться на соответствие их быстродействия регламентированным значениям, результаты проверки должны быть оформлены документально.

219. При ведении теплообменных процессов с применением высокотемпературных органических теплоносителей (далее - ВОТ) должен быть установлен периодический контроль за показателями теплоносителя. Периодичность, способы контроля и допустимые значения показателей ВОТ должны быть определены в технологическом регламенте.

220. На сушильных установках, имеющих непосредственный контакт высушиваемого продукта с сушильным агентом, должны быть обеспечены очистка отработанного сушильного агента от пыли высушиваемого продукта и контроль за качеством очистки. Периодичность, способы очистки и контроля должны быть определены в технологическом регламенте на данный

технологический процесс.

221. При применении в технологических процессах катализаторов, которые при взаимодействии с кислородом воздуха и (или) водой могут самовозгораться и (или) взрываться, должен быть обеспечен контроль за их содержанием в исходных продуктах. Допустимые концентрации кислорода и влаги, способы и периодичность контроля должны быть определены в технологическом регламенте.

222. В реакционных процессах, протекающих с возможным образованием промежуточных перекисных соединений, побочных взрывоопасных продуктов осмоления и уплотнения (полимеризации, поликонденсации) и других нестабильных веществ с вероятным их отложением в аппаратуре и трубопроводах, в технологическом регламенте и инструкциях должны быть отражены способы и периодичность контроля за содержанием примесей в сырье, нестабильных соединений в реакционной массе промежуточных и конечных продуктов. Порядок вывода реакционной массы, содержащей опасные побочные вещества, режимы и время хранения продуктов должны быть определены в технологическом регламенте.

223. Способы и средства подачи инертных газов в технологические системы должны быть отражены в технологическом регламенте и инструкциях.

Не допускается эксплуатация взрывоопасных технологических объектов с неисправными или отключенными противоаварийными системами подачи инертных и ингибирующих веществ.

За состоянием систем подачи инертных и ингибирующих веществ должен быть обеспечен периодический контроль.

224. Если при отклонениях от заданных режимов технологического процесса не исключена возможность попадания в трубопроводы инертного газа взрывоопасных веществ, должен быть организован периодический контроль за наличием в инертном газе горючих примесей. Способы и периодичность контроля должны быть определены в технологическом регламенте и инструкциях.

225. Специальные системы аварийного освобождения должны обеспечивать регламентированное проектом время освобождения и находиться в постоянной готовности. В товарно-сырьевых и промежуточных парках (складах) хранения взрывоопасных и

токсичных веществ должно находиться в постоянной готовности к приему на случай возникновения аварийной ситуации не менее одного порожнего резервуара (емкости) наибольшего объема для каждого наименования хранимого вещества. Специальные системы аварийного освобождения и вышеуказанные резервуары (емкости) не допускается использовать для других целей.

226. При работе всасывающих линий компрессоров под разрежением и отсутствии автоматического контроля за содержанием кислорода в горючем газе должен обеспечиваться периодический контроль.

Места отбора проб, способы и частота аналитического контроля должны быть определены в технологическом регламенте и инструкциях. В случае повышения содержания кислорода в горючем газе выше предельно допустимого значения в линию должен быть подан инертный газ и отключен привод компрессора для выяснения и устранения причин неисправности.

227. В технической документации, регламентирующей порядок останова и пуска технологического оборудования, должны быть определены способы продувки его инертным газом, в соответствии с проектом, а также показатели и методы контроля за эффективностью продувки (по содержанию кислорода и (или) горючих веществ в отходящих газах).

228. В системах транспорта взрывоопасных веществ, где возможны отложения на внутренних поверхностях трубопроводов и аппаратов продуктов осмоления, полимеризации, поликонденсации и прочих, должна быть организована очистка от этих отложений. Методы и средства очистки от отложений, а также периодичность проведения этой операции принимаются в соответствии с проектом, условиями эксплуатации и должны быть отражены в технологическом регламенте и инструкциях.

229. В трубопроводах пневмотранспорта и самотечных линиях перемещения ЛВЖ, ГЖ и мелкодисперсных твердых горючих веществ должен быть обеспечен контроль за их движением и приняты меры, исключающие забивку трубопроводов.

230. Не допускается удаление горючей пыли с поверхности оборудования, трубопроводов, технических устройств, изделий, коммуникаций, строительных конструкций зданий, помещений, сооружений с помощью сжатого воздуха или другого сжатого газа, а также иными способами, приводящими к образованию



взвешенных взрывоопасных пылевоздушных смесей.

231. На взрывоопасных технологических объектах должен быть организован контроль за наличием в негорючей жидкости, подлежащей сбросу в канализацию, а также в системах оборотного водоснабжения растворенных горючих примесей. Периодичность контроля и допустимое содержание горючих примесей должны быть определены в технологическом регламенте и инструкциях.

232. На стадиях процессов, связанных с применением твердых пылящих и дисперсных веществ, производственный персонал в процессе эксплуатации осуществляет систематический контроль за исправностью и герметичностью технологического оборудования, вентиляционных систем, исправностью электротехнического оборудования, не допускает образования взрывоопасной концентрации пыли в атмосфере помещений (рабочей зоны), наружных установок, накопления ее на оборудовании, электротехнических устройствах и строительных конструкциях зданий и помещений, осуществляет контроль запыленности воздуха, не допускает действий, которые могут привести к возникновению запыленности воздушной среды рабочей зоны помещений зданий, наружных установок, территории, взрыва, а также соблюдает режим уборки пыли, предусмотренный в технологической документации, инструкциях структурных подразделений организации.

233. В опасных для производственного персонала потенциальных зонах разрушений согласно таблиц 2 - 4 приложения 4 должно быть ограничено пребывание работников и движение транспорта.

234. Оборудование, трубопроводы, ПОО и технические устройства выведенные из эксплуатации действующей технологической системы, должны быть демонтированы, если они расположены в одном помещении с технологическими блоками I и (или) II категорий взрывоопасности, во всех остальных случаях они должны быть изолированы от действующих систем путем видимого разрыва либо путем установки заглушек.

235. Технологические системы, оборудование, трубопроводы, ПОО и технические устройства, коммуникации, в которых обращаются горючие продукты (газообразные, жидкие, твердые), способные образовывать взрывоопасные смеси с воздухом, должны быть герметичны и исключать создание опасных концентраций

этих веществ в окружающей среде во всех режимах работы. Производственный персонал в процессе эксплуатации обязан осуществлять систематический контроль за их герметичностью, исправностью электротехнического оборудования, исправностью и работоспособностью вентиляционных систем, газоанализаторов ПДК и сигнализаторов ДВК и их показаниями, не допускать действий, которые могут привести к возникновению загазованности воздушной среды рабочей зоны помещений зданий, наружных установок и территории, взрыва.

## **ГЛАВА 20**

### **ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ, СВЯЗИ И ОПОВЕЩЕНИЯ**

236. Запрещается ведение технологического процесса и эксплуатация оборудования при отсутствии, с неисправными или отключенными средствами контроля, автоматизации и противоаварийной защиты, предусмотренными проектом, технологическим регламентом и конструкцией оборудования, указанными в паспорте изготовителя.

237. При необходимости проведения ремонта или поверки для устранения неисправностей в системах регулирования, контроля, сигнализации, а также ПАЗ допускается кратковременное отключение отдельного параметра защиты по письменному распоряжению должностного лица. Перечень должностных лиц, имеющих право на издание распоряжения по отключению средств защиты, определяется приказом руководителя субъекта промышленной безопасности. В распоряжении по отключению параметра защиты указывается время отключения и определяются меры по обеспечению безопасного ведения процесса.

При этом, отключение предаварийной сигнализации на технологических блоках I категории взрывоопасности не допускается, на технологических блоках II и III категорий возможность отключения регламентируется.

Порядок отключения средств защиты на взрывоопасных производствах и объектах уточняется в отраслевых документах.

238. На период замены элементов системы контроля или управления предусматриваются меры и средства, обеспечивающие

безопасное проведение процесса в ручном режиме.

239. В субъектах промышленной безопасности должен быть организован систематический контроль за исправным состоянием средств измерений и автоматизации систем управления и систем ПАЗ производств, имеющих в своем составе взрывоопасные технологические объекты.

240. Значения уставок систем ПАЗ должны быть указаны в технологическом регламенте на основании проектной документации, где наряду со значением уставок указываются границы допустимых и критических (аварийных) значений параметров, влияющих на взрывоопасность процессов.

241. За правильностью эксплуатации систем контроля, оповещения и связи, управления и ПАЗ должен быть установлен контроль. Порядок проведения контроля определяется в технической документации и отраслевыми документами.

242. На приборах систем контроля, управления и ПАЗ, а также связи и оповещения, расположенных на щите управления, должны быть нанесены соответствующие надписи, четко отражающие их функциональное назначение и величины уставок защиты.

243. В технологическом регламенте и технологических инструкциях на основании проектной документации должны быть указаны стадии процесса или отдельные параметры, управление которыми в ручном режиме не допускается.

244. Возврат технологического объекта в рабочее состояние после срабатывания ПАЗ выполняется производственным персоналом.

245. Исполнительные механизмы систем ПАЗ по параметрам, определяющим взрывоопасность процесса, на объектах с блоками I категории, кроме указателей крайних положений непосредственно на этих механизмах, должны иметь устройства, позволяющие выполнять сигнализацию их крайних положений, расположенные в помещении управления. Для систем ПАЗ объектов с блоками II - III категорий взрывоопасности должны быть определены средства и методы периодического контроля исправного состояния систем ПАЗ.

246. Периодичность проведения анализов качества сжатого воздуха на нужды КИПиА определяется в технологической документации.

247. Средства оповещения по внешнему оформлению должны

отличаться от аналогичных средств промышленного использования, к ним должен быть исключен доступ посторонних лиц и возможность случайного использования. Сигнальные устройства систем оповещения должны пломбироваться.

248. В местах размещения средств контроля, управления и ПАЗ, а также связи и оповещения должны быть исключены вибрация, загрязнение продуктами технологии, механические и другие вредные воздействия, влияющие на точность, надежность и быстродействие систем.

При этом предусматриваются меры и средства демонтажа систем и их элементов без разгерметизации оборудования и трубопроводов.

249. Запорная (межблочная, регулирующая) арматура, исполнительные механизмы, участвующие в схемах контроля, управления и ПАЗ технологических процессов, после ремонта и перед установкой по месту должны проходить испытания на прочность и плотность закрытия с оформлением актов или с записью в паспорте, в журнале по форме, установленной субъектом промышленной безопасности. Межблочные отсекающие устройства дополнительно проходят испытания на быстродействие по месту установки.

## **ГЛАВА 21**

### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ, УПРАВЛЕНИЯ И ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ**

250. Деятельность по обеспечению единства измерений осуществляется метрологической службой субъекта промышленной безопасности и регламентируется:

Законом Республики Беларусь от 5 сентября 1995 года "Об обеспечении единства измерений" (Ведамасці Вярхоўнага Савета Рэспублікі Беларусь, 1995 г., N 32, ст. 420; Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2006 г., N 122, 2/1260);

обязательными для соблюдения требованиями ТНПА;

ЛНПА, утвержденными руководством субъекта промышленной безопасности.

251. В субъекте промышленной безопасности,

эксплуатирующем взрывоопасные технологические объекты, должна быть создана метрологическая служба, которая в числе других задач решает задачи обеспечения единства и точности измерений технологических параметров в соответствии с Законом Республики Беларусь "Об обеспечении единства измерений", другими обязательными для соблюдения требованиями ТНПА по обеспечению единства измерений и требований промышленной безопасности при эксплуатации средств измерений, систем контроля, управления и ПАЗ.

252. Руководители субъектов промышленной безопасности несут ответственность за организацию работ по обеспечению:

правильности проводимых измерений;

достоверности измерений с требуемой точностью;

требований промышленной безопасности при эксплуатации средств измерений, систем контроля, управления и ПАЗ;

надлежащего состояния средств измерений.

253. Организация и общее руководство работами по обеспечению единства измерений в организациях, ответственность за состояние средств измерений, систем контроля, управления и ПАЗ, за соблюдение требований ТНПА в области метрологии возлагается на главного инженера субъекта промышленной безопасности, осуществляющего эту работу через главного метролога субъекта промышленной безопасности или лицо, назначенное ответственным за обеспечение единства измерений.

254. Средства измерений, входящие в систему контроля, управления и ПАЗ, и информационно-измерительные системы (далее - ИИС) должны быть отградуированы в единицах измерений, допущенных к применению в Республике Беларусь согласно техническому регламенту Республики Беларусь "Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь" (ТР 2007/003/ВУ), утвержденному постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 16 мая 2007 г. N 611 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г., N 120, 5/25195), и обеспечивать установленную проектной документацией точность измерений. Средства измерений, отнесенные к сфере законодательной метрологии, подлежат утверждению типа или метрологической аттестации средств измерений и подвергаются в установленном порядке поверке или калибровке. ИИС и средства измерений вне сферы законодательной

метрологии подвергаются метрологическому контролю в соответствии с требованиями НПА и обязательными для соблюдения требованиями ТНПА в области метрологии.

255. Анализаторы состава газов и жидкостей должны подвергаться метрологическому контролю в соответствии с Законом Республики Беларусь "Об обеспечении единства измерений".

Средства газового анализа должны обеспечиваться аттестованными в установленном порядке поверочными газовыми смесями.

256. В системах контроля, управления и ПАЗ в блоках I категории взрывоопасности, в системах ПАЗ блоков II и III категории взрывоопасности запрещается использовать средства измерений (приборы), отработавшие свой срок службы, эксплуатация средств измерений с истекшим сроком службы в системах контроля и управления технологическими процессами блоков II, III категорий взрывоопасности допускается при наличии заключения об их надежности, полученное в установленном порядке.

257. Для взрывоопасных технологических объектов (в том числе и при проектировании) необходимо предусматривать резерв средств измерений в необходимом объеме, но не менее 10% от каждого типа (диапазона).

При снятии средств измерений (контроля), входящих в состав систем управления и ПАЗ, связи и оповещения, в ремонт, наладку, для осуществления метрологического контроля, контроля технического состояния или контроля функционирования должна производиться немедленная замена снятых средств измерений на идентичные по всем параметрам.

258. Технологический регламент, методики выполнения измерений, проектная и конструкторская документация должны проходить метрологическую экспертизу.

Эксплуатация взрывоопасного технологического объекта без соблюдения настоящего требования запрещается.

## **ГЛАВА 22**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ И СЛИВА-НАЛИВА СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ, ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ И ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ**

259. Порядок хранения СГГ, ЛВЖ и ГЖ, подготовки резервуаров (емкостей) к заполнению (освобождение от остатков ранее находившихся в них веществ, промывка, очистка, обезвреживание и прочее), проведению работ по сливу-наливу, переключению (подсоединению) трубопроводов, арматуры, контроль за уровнем наполнения, концентрацией в них кислорода, а также за другими параметрами, определяющими взрывоопасность, должны быть отражены в проектной и технологической документации (технологическом регламенте), инструкциях.

260. При проведении маневровых работ по установке (подаче) железнодорожных вагонов-цистерн на сливно-наливные эстакады под слив-налив взрывоопасных веществ и уборке с них железнодорожных вагонов-цистерн должна быть обеспечена безопасность проведения этих операций. При сливе-наливе железнодорожных вагонов-цистерн должны быть приняты меры, предотвращающие возможность самопроизвольного их перемещения, разгерметизацию устройств слива-налива и выброса в атмосферу взрывоопасных веществ, а также исключаящие наличие постоянных или случайных источников зажигания (механического, электрического и другого происхождения) в зоне возможной загазованности.

261. Запрещается использование железнодорожных цистерн с СГГ, ЛВЖ и ГЖ, находящихся на железнодорожных путях, в качестве стационарных, складских (расходных) емкостей.

262. Железнодорожные вагоны-цистерны, предназначенные для налива и перевозки по железным дорогам СГГ, ЛВЖ и ГЖ, должны быть оснащены арматурой, средствами контроля, сливно-наливными, защитными и другими устройствами с учетом физико-химических свойств перевозимых веществ, требований в области безопасности перевозки опасных грузов железнодорожным транспортом.

263. В технологических инструкциях должны быть изложены способы и методы безопасного выполнения операций по аварийному освобождению неисправных железнодорожных вагонов-цистерн, резервуаров (емкостей).

264. Для исключения перелива железнодорожных вагонов-цистерн, автомобильных цистерн ЛВЖ, ГЖ в зависимости от их свойств должны использоваться надежные автоматические

устройства.

265. Подключение железнодорожных вагонов-цистерн, автомобильных цистерн к технологическим трубопроводам на сливно-наливной эстакаде должно осуществляться с использованием устройств слива-налива, предусмотренных проектной документацией. Соединение рукавов для слива-налива с трубопроводами должно осуществляться с помощью стандартных разъемов или других надежных средств. Устройства для присоединения рукавов к вентилям железнодорожных вагонов-цистерн должны отвечать обязательным для соблюдения требованиям ТНПА, конструкторской документации и не вызывать искрообразования. Выбор рукавов для слива-налива должен осуществляться с учетом свойств транспортируемого вещества и параметров проведения процесса.

266. При хранении СГГ, ЛВЖ, ГЖ и проведении сливно-наливных операций стационарные и передвижные резервуары, емкости и устройства слива-налива следует использовать только для тех веществ, для которых они предназначены. Не допускается смешивание веществ на всех стадиях слива-налива. В необходимых случаях допускается заполнение порожних, специально подготовленных емкостей другими веществами, сходными по физико-химическим свойствам и показателям хранения с теми ЛВЖ, ГЖ, для которых они предназначены. В этих случаях должна исключаться возможность превышения допустимых для емкостей давлений.

267. Запрещается использовать наливные пункты для попеременного налива несовместимых между собой продуктов.

268. При подготовке к заполнению СГГ, ЛВЖ, ГЖ стационарных и (или) передвижных резервуаров, емкостей после монтажа, ремонта, очистки и выполнения аналогичных работ, а также эксплуатации системы трубопроводов и коллекторов на сливно-наливных пунктах должны выполняться меры безопасности, предусмотренные проектной документацией, технологическим регламентом, инструкциями.

269. Слив и налив железнодорожных вагонов-цистерн допускается производить только после удаления локомотива с территории эстакады на расстояние не менее 50 м.

270. При приближении грозы слив-налив СГГ, ГГ, ЛВЖ, ГЖ на железнодорожных и автомобильных сливно-наливных эстакадах



должны быть прекращены. Не допускается производить сливно-наливные операции во время грозы.

271. Не допускается производить заполнение резервуаров, емкостей, железнодорожных вагонов-цистерн, автомобильных цистерн СГГ, ЛВЖ, ГЖ свободно падающей струей.

272. На железнодорожных и автомобильных сливно-наливных эстакадах должны быть приняты меры по защите от статического электричества.

273. Не допускается держать железнодорожные вагоны-цистерны, автомобильные цистерны, когда их слив-налив не производится, присоединенными к устройствам слива-налива.

274. В случае перерыва операций по сливу-наливу СГГ, ЛВЖ, ГЖ, а также при приближении грозы, рукава (устройства) слива-налива должны быть отсоединены от железнодорожного вагона-цистерны, автомобильной цистерны.

## **ГЛАВА 23**

### **ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ**

275. К эксплуатации допускается оборудование, имеющее эксплуатационную документацию, сертификаты и прошедшее входной контроль.

276. Условия эксплуатации, эксплуатация и техническое обслуживание оборудования должны отвечать требованиям паспортных данных, проекта, требованиям НПА, обязательным для соблюдения требованиям ТНПА и настоящих Правил.

277. Для насосов и компрессоров должны определяться способы и периодичность контроля герметичности уплотняющих устройств и давления в них затворной жидкости.

В качестве затворной жидкости допускается использовать невзрывоопасные, инертные к перекачиваемой среде жидкости.

278. Оборудование, трубопроводы, не используемые в действующей технологической системе, должны быть изолированы от действующих систем путем видимого разрыва трубопроводов (коммуникаций), при невозможности обеспечения видимого разрыва - отглушены с использованием стандартных заглушек.

279. Температура наружных поверхностей оборудования и (или) кожухов теплоизоляционных покрытий не должна превышать

80% от температуры самовоспламенения наиболее взрывоопасного продукта, а в местах, доступных для производственного персонала, должна быть не более 45 °С и 60 °С на наружных установках.

280. Периодичность проверки (ревизии) разрывных предохранительных мембран, предохранительных клапанов, средств локализации пламени устанавливается на предприятии в зависимости от условий эксплуатации и места установки в соответствии с НПА и обязательными для соблюдения требованиями ТНПА.

281. Ревизия предохранительных клапанов проводится с периодичностью и в объемах, предусмотренных отраслевыми документами, а при отсутствии таких документов - в объемах, предусмотренных ЛНПА.

Сроки ревизии предохранительных клапанов допускается увеличивать для предохранительных клапанов установленных на оборудовании непрерывных технологических процессов, межремонтный период которых установлен более одного года и рабочая среда не вызывает коррозию более 0,1 мм/год, забивку, полимеризацию, прикипание, примерзание клапанов в рабочем состоянии.

На ревизию и ремонт предохранительных клапанов разрабатывается график, по результатам ревизии клапана и пружины составляется акт, который хранится при его эксплуатационном паспорте.

Дыхательная арматура резервуаров должна соответствовать проектному давлению и вакууму, а правильность ее работы проверена в соответствии с инструкциями по эксплуатации и паспортам.

282. При наличии на аппаратах резервных предохранительных клапанов должна быть обеспечена возможность немедленного включения в работу клапана, находящегося в резерве.

283. Техническое освидетельствование сосудов, работающих под давлением, проводится в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации, а при отсутствии требований к проведению освидетельствования - с учетом требований Правил по обеспечению промышленной безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением.

284. Для разогрева (плавления) закристаллизовавшегося продукта запрещается применение открытого огня. Перед

разогревом необходимо произвести надежное отключение обогреваемого участка от источника (источников) давления и смежных, связанных с ним технологически, участков систем транспорта (трубопроводов, аппаратов), а также принятие других мер, исключающих возможность динамического (гидравлического и тому подобного) воздействия разогреваемой среды на смежные объекты (трубопроводы, аппаратуру) и их разрушение.

285. Технологические системы должны быть герметичными. В обоснованных случаях для оборудования, в котором по паспортным данным возможны регламентированные утечки горючих веществ, в технической документации указываются допустимые величины этих утечек в рабочем режиме, организуется их сбор и отвод. За выдерживанием допустимой величины утечек устанавливается контроль.

286. Порядок испытаний, контроля состояния теплообменных элементов технологического оборудования определяется в технической документации.

287. При проведении периодических работ по очистке технологического оборудования, как правило, должны использоваться средства (гидравлической, механической или химической чистки), исключающие пребывание работников в оборудовании.

288. При отсутствии на аппарате необходимого количества штуцеров для подачи воды, пара или инертного газа при подготовке оборудования к ремонту и пуске после ремонта допускается подсоединяться в подводящие к ним трубопроводы через штуцеры с устройством съемных участков.

289. Порядок контроля за степенью коррозионного износа оборудования и трубопроводов, способы, периодичность и места проведения контрольных замеров с использованием неразрушающих методов определяются в технической документации с учетом конкретных условий эксплуатации (для новых производств по результатам специальных исследований) и выполняются в соответствии с требованиями технической документации.

290. Для огнепреградителей и жидкостных предохранительных затворов предусматриваются меры, обеспечивающие надежность их работы в условиях эксплуатации, в том числе при возможности кристаллизации, полимеризации и замерзания веществ.

291. Эксплуатация оборудования, выработавшего установленный ресурс, допускается при получении в установленном порядке заключения о технической надежности и возможности его дальнейшей работы, при наличии данного требования в НПА, в том числе обязательных для соблюдения требованиях ТНПА, по соответствующим видам оборудования.

292. Порядок контроля за состоянием и периодичность замены всех элементов, обеспечивающих нормированные прочностные характеристики крепежных деталей и герметичность соединений, отражается в технической документации.

293. Качество изготовления технологического оборудования и трубопроводов должно соответствовать требованиям технических документов, паспортным данным и должно подтверждаться сертификатом.

294. Монтаж технологического оборудования и трубопроводов должен производиться в соответствии с проектом, требованиями строительных норм и правил, обязательных для соблюдения требованиях ТНПА и других документов.

295. Оборудование и трубопроводы, материалы и комплектующие изделия не могут быть допущены к монтажу при отсутствии документов, подтверждающих качество их изготовления и соответствие обязательным для соблюдения требованиям ТНПА.

296. Ревизия технологических трубопроводов проводится в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.

297. Сварные швы на трубопроводах I категории блоков I категории взрывоопасности при монтаже подвергаются 100%-ному контролю неразрушающими методами. При ремонте трубопроводов I категории блоков I категории взрывоопасности с применением сварки контролю неразрушающими методами подвергаются все сварные швы, выполненные при проведении ремонтных работ.

298. Порядок организации и проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования с учетом конкретных условий эксплуатации оборудования определяется соответствующими положениями (системами) по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования.

299. В процессе ремонта основного оборудования

технологических блоков всех категорий взрывоопасности проводятся соответствующие виды контроля с применением наиболее эффективных средств диагностики и испытания. Результаты контроля и испытаний отражаются в соответствующих исполнительных документах. При положительных результатах индивидуального испытания (обкатки) оборудования и при соответствии исполнительной документации нормативным требованиям производится оценка качества ремонта по каждой единице оборудования и приемка его в эксплуатацию.

300. Отремонтированное оборудование допускается к эксплуатации, если в процессе ремонта соблюдены все требования технических документов, показатели технических параметров (разрешенное давление в аппарате, производительность и напор компрессора или насоса и прочее) и показатели надежности соответствуют паспортным данным и обеспечивается установленный для данного оборудования режим работы.

301. Завершенный остановочным (внеплановым) ремонтом объект (цех, установка и прочее) должен быть сдан по акту на приемку из остановочного ремонта производственных объектов комиссии, назначенной приказом руководителя организации либо ЛНПА организации, и может быть допущен к эксплуатации только после тщательной проверки сборки технологической схемы, снятия заглушек, проверки состояния заглушек, установленных на длительный срок, проверки полноты разборки временных электрических схем со снятием напряжения с временных источников электроснабжения (системы питания и прочее), испытания систем на герметичность, проверки работоспособности систем сигнализации, управления и ПАЗ, эффективности и времени срабатывания межблочных отключающих (отсекающих) устройств, наличия и исправного состояния предохранительных устройств, соответствия установленного электрооборудования требованиям Правил устройства электроустановок, исправного состояния и требуемой эффективности работы вентиляционных систем, исправного состояния газоанализаторов ПДК и сигнализаторов ДВК контроля взрывоопасных и вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений и наружных установок, исправного состояния устройств связи, наличия и укомплектованности шкафов с аварийным запасом инструмента и средств индивидуальной защиты, оформленных соответствующими

актами проверок, ревизий и испытаний.

Комиссией также должны быть проверены:

полнота и качество исполнительной ремонтной документации;  
внесение необходимых изменений и дополнений в технологический регламент, технологическую схему, рабочие, технологические инструкции, инструкции по охране труда;

состояние территории объекта (цеха, установки) и рабочих мест;

проведение инструктажа по охране труда, проверки знаний по вопросам промышленной безопасности и охраны труда производственного персонала и другие требования, предусмотренные НПА и обязательным для соблюдения требованиям ТНПА.

Акт на приемку из остановочного ремонта объекта (цеха, установки и прочее), разрешающий его пуск в эксплуатацию, должен быть утвержден руководителем организации либо главным инженером в соответствии с требованиями ЛНПА.

302. Работы, не влияющие на нормальную и безопасную эксплуатацию установки (цеха), в том числе изолировочные и отделочные, незаконченные в период остановочного ремонта из-за недостатка времени или отсутствия необходимых материалов, могут выполняться в период эксплуатации с соблюдением необходимых мер безопасности.

303. Сеть для подключения сварочных аппаратов нормально должна быть обесточена. Подача напряжения в сеть для подключения сварочного электрооборудования и непосредственно подключение сварочного электрооборудования выполняются в соответствии с требованиями Правил устройства электроустановок, других НПА и обязательных для соблюдения требованиями ТНПА по электробезопасности.

304. Устройства для подключения передвижного и переносного электрооборудования размещаются вне взрывоопасных зон. Уровень взрывозащиты такого электрооборудования должен соответствовать классу взрывоопасной зоны.

305. Ремонт и техническое обслуживание (эксплуатация, монтаж, наладка) взрывозащищенного электрооборудования должны осуществляться в соответствии с требованиями ТР ТС 012/2011, а также рекомендуется осуществлять в соответствии с ГОСТ 30852.18-2002 /МЭК 60079-19:1993 "Электрооборудование

взрывозащищенное. Часть 19. Ремонт и проверка электрооборудования, используемого во взрывоопасных газовых средах (кроме подземных выработок или применений, связанных с переработкой и производством взрывчатых веществ)", введенного в действие на территории Республики Беларусь постановлением Комитета по стандартизации, метрологии и сертификации при Совете Министров Республики Беларусь от 28 апреля 2003 г. N 22, ГОСТ 31610.19-2014/IEC 60079-19:2010 "Взрывоопасные среды. Часть 19. Ремонт, проверка и восстановление электрооборудования", введенного в действие на территории Республики Беларусь постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 26 октября 2016 г. N 83, ГОСТ 31610.17-2012 (IEC 60079-17:2002) "Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок во взрывоопасных средах (кроме подземных выработок)", введенного в действие на территории Республики Беларусь постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 11 ноября 2014 г. N 50, ГОСТ IEC 60079-17-2013 "Взрывоопасные среды. Часть 17. Проверка и техническое обслуживание электроустановок", введенного в действие на территории Республики Беларусь постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 9 ноября 2015 г. N 52, ГОСТ IEC 60079-14-2013 "Взрывоопасные среды. Часть 14. Проектирование, выбор и монтаж электроустановок", введенного в действие на территории Республики Беларусь постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 9 ноября 2015 г. N 52.

306. Повышение квалификации руководящих работников (технических руководителей) и специалистов, занятых ремонтом, техническим обслуживанием (эксплуатацией, монтажом, наладкой), проектированием взрывозащищенного электрооборудования, КИПиА, электроустановок во взрывоопасных зонах проводятся регулярно (не реже одного раза в пять лет).

## **ГЛАВА 24**

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ**

307. Субъектом промышленной безопасности, имеющим в своем составе производства с технологическими блоками I категории взрывоопасности, при обосновании - с блоками других категорий, должна быть создана аварийно-спасательная (газоспасательная) служба (далее - аварийно-спасательная служба).

Функции аварийно-спасательной службы могут осуществлять объектовые пожарные аварийно-спасательные подразделения Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь согласно договору, заключенному между субъектом промышленной безопасности (организацией) и территориальным управлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь или подразделениям по чрезвычайным ситуациям.

Численный состав аварийно-спасательной службы устанавливается с учетом количества опасных объектов их расположения, отдаленности и прочее.

Организация работы и оснащение службы средствами для локализации и ликвидации аварийных ситуаций осуществляется в соответствии с требованиями НПА, ЛНПА.

308. Для каждого ОПО, имеющим в своем составе блоки I, II и III категорий взрывоопасности должны быть разработаны ПЛА.

Подготовка персонала субъекта промышленной безопасности и личного состава аварийно-спасательной службы к локализации и ликвидации аварий и инцидентов должны осуществляться на основании НПА и обязательных для соблюдения требований ТНПА.

309. Разработанные ПЛА должны находиться у руководителя и диспетчера организации, в аварийно-спасательной службе. ПЛА производства, установки, цеха, отделения, участка должен находиться у начальника производства, установки, цеха, отделения, участка и начальника смены. Оперативные части ПЛА, разработанные с учетом технологических и других специфических особенностей объекта, должны находиться на соответствующих рабочих местах и в иных местах, предусмотренных ЛНПА.

310. ПЛА не реже чем один раз в 5 лет пересматривается и уточняется в случаях изменений в технологии, аппаратурном оформлении, метрологическом обеспечении и технологических процессах, а также после аварии.



Внесенные в ПЛА изменения и дополнения должны быть изучены руководителями, специалистами и производственным персоналом субъекта промышленной безопасности, личным составом аварийно-спасательной службы. После изучения ПЛА рабочим должна быть проведена проверка знаний по вопросам промышленной безопасности.

311. Не реже одного раза в год по одной или нескольким позициям оперативной части ПЛА в цехах должны проводиться учебные тревоги в разные периоды года и в разное время суток.

312. Ответственность за своевременное и качественное проведение учебно-тренировочных занятий и учебных тревог, оформление необходимой документации возлагается на руководителя субъекта промышленной безопасности.

## **РАЗДЕЛ IV ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ**

### **ГЛАВА 25 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕД**

313. Допустимые значения скорости, давления, температуры перемещаемых горючих веществ должны устанавливаться разработчиком процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации с учетом взрывоопасных характеристик, физико-химических свойств транспортируемых веществ.

314. При перемещении ГГ и паров по трубопроводам должны предусматриваться меры, исключающие конденсацию перемещаемых сред или обеспечивающие надежное и безопасное удаление жидкости из транспортной системы, а также кристаллизацию, полимеризацию, поликонденсацию горючих продуктов в трубопроводах, резервуарах, емкостях, аппаратах и других технических устройствах.

315. Для насосов и компрессоров (группы насосов и компрессоров), перемещающих ЛВЖ, ГЖ, СГГ, должно предусматриваться их дистанционное отключение.

316. Вопрос установки на линиях всаса и нагнетания насосов и компрессоров, запорных или отсекающих устройств с

дистанционным управлением, дистанционного отключения участков трубопроводов со взрывоопасными продуктами, тип арматуры и места ее установки решается при проектировании в каждом конкретном случае в зависимости от диаметра, протяженности трубопровода и характеристики транспортируемых сред.

317. Тип компрессоров для компримирования и перемещения ГГ предусматривается проектом.

318. Выбор конструкции и конструкционных материалов, уплотнительных устройств для насосов и компрессоров должен осуществляться в зависимости от свойств перемещаемой среды и требований технических документов.

Для насосов и компрессоров необходимо определять способы и средства контроля исправности уплотняющих устройств.

Для компримирования и перемещения ГГ следует предусматривать преимущественно центробежные компрессоры, в обоснованных случаях допускается применение поршневых или других типов компрессоров.

319. Выбор конструкции и конструкционных материалов, уплотнительных устройств для насосов и компрессоров должен осуществляться в зависимости от свойств перемещаемой среды и требований технических документов.

Для насосов и компрессоров необходимо определять способы и средства контроля герметичности уплотняющих устройств и давления в них затворной жидкости.

320. Для отделения жидкой фазы от перемещаемой газовой среды на всасывающей линии компрессора должен устанавливаться сепаратор. Сепаратор оснащается приборами контроля уровня, сигнализацией по максимальному уровню и средствами автоматизации, обеспечивающими удаление жидкости из него при достижении регламентированного уровня, блокировками отключения компрессора при превышении предельно допустимого значения уровня.

321. Всасывающие линии компрессоров, как правило, должны находиться под избыточным давлением. При работе этих линий под разрежением необходимо предусматривать контроль за содержанием кислорода в ГГ, а также подачу инертного газа в эти линии в случае повышения содержания кислорода в ГГ выше предельно допустимого значения и отключение привода

компрессора.

За содержанием кислорода в ГГ, как правило, необходимо предусматривать автоматический контроль, в обоснованных случаях - периодический. Места отбора проб, способы и периодичность аналитического контроля должны определяться и регламентироваться разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации.

322. В системах транспорта горючих веществ, где возможны отложения на внутренних поверхностях трубопроводов и аппаратов продуктов осмоления, полимеризации, поликонденсации и прочего, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации должны предусматриваться эффективные и безопасные методы и средства очистки от этих отложений, а также устанавливаться периодичность проведения этой операции.

323. В трубопроводах пневмотранспорта, линиях перемещения ГЖ и мелкодисперсных твердых горючих продуктов разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации должны предусматриваться способы контроля за движением продукта и разрабатываться меры, исключающие забивку трубопроводов.

324. Для насосов, предназначенных для нагнетания СГГ, ЛВЖ и ГЖ, при разработке процесса должны предусматриваться меры, обеспечивающие пуск и работу насосов с перемещаемой жидкостью в корпусе. При невозможности выполнения таких мер насосы следует оснащать предупредительной сигнализацией и блокировкой по недопущению их пуска при отсутствии в корпусе перемещаемой жидкости.

Насосы необходимо оснащать сигнализацией о нарушении параметров работы, влияющих на безопасность. Необходимые меры безопасности устанавливаются изготовителем насосов или разрабатываются проектной организацией на основании документации изготовителя.

325. Для погружных насосов должны предусматриваться дополнительные средства блокирования, исключающие их пуск и работу при токовой перегрузке электродвигателей привода и прекращении подачи инертного газа в аппараты, где эти насосы

установлены, если по условиям эксплуатации насосов необходима подача инертного газа.

326. Для исключения опасных отклонений технологического процесса, вызываемых остановкой насоса (насосов), разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации должны разрабатываться меры по повышению надежности систем подачи СГГ, ЛВЖ, ГЖ другими способами.

327. В системах транспорта жидких продуктов, в которых возможно образование локальных объемов парогазовых смесей, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации должны предусматриваться средства для удаления скопившихся газов и паров в закрытые системы.

328. Перемещение СГГ, ЛВЖ, ГЖ методом передавливания необходимо предусматривать с помощью инертных газов; допускается передавливание СГГ производить собственной газовой фазой, а для ЛВЖ и ГЖ при соответствующем обосновании - ГГ, инертными к перемещаемой среде.

329. Перемещение твердых горючих материалов должно осуществляться способами, исключающими образование взрывоопасных смесей, предотвращающими возникновение взрыва внутри оборудования и коммуникаций. Способы, обеспечивающие безопасное перемещение твердых горючих веществ, должны быть отражены разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации.

При использовании инертного газа для транспортировки или флегматизации проектом должны предусматриваться способы и средства контроля за содержанием кислорода в системе, а также меры, прекращающие перемещение при достижении предельно допустимой концентрации кислорода.

330. При необходимости перемещения мелкодисперсных горючих материалов с возможностью образования в оборудовании взрывоопасных смесей разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации должны быть предусмотрены меры, предотвращающие распространение пламени в системе.

331. Системы перемещения мелкодисперсных твердых горючих материалов следует оснащать блокировками, прекращающими

подачу в них продуктов при достижении верхнего предельного уровня этих материалов в приемных аппаратах или при прекращении процесса выгрузки из них.

## **ГЛАВА 26**

### **РАЗДЕЛЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕД**

332. Технологические процессы разделения химических продуктов (горючих или их смесей с негорючими) должны проводиться вне области взрываемости. При этом разработчиком технологического процесса в технологической документации должны быть предусмотрены меры, предотвращающие образование взрывоопасных смесей на всех стадиях процесса. Степень разделения сред и меры взрывобезопасности должны регламентироваться разработчиком технологического процесса.

333. При разделении горючих паров (газов) и жидкостей должны предусматриваться средства автоматического контроля и регулирования уровня раздела фаз. Вопросы применения средств контроля и регулирования раздела фаз должны определяться разработчиком технологического процесса и проектной организацией на стадии разработки процесса и проектирования производства.

334. Емкостную аппаратуру разделения горючих и негорючих жидких продуктов необходимо оснащать закрытыми системами дренирования, исключающими поступление в окружающую среду горючих паров.

335. При наличии в негорючей жидкости, подлежащей сбросу в канализацию, растворенных ГГ разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть разработаны технические решения по их выделению и контролю содержания растворенных ГГ. Периодичность контроля и допустимое содержание ГГ в негорючей жидкости должны быть регламентированы разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации.

336. Системы разделения газожидкостных смесей следует оснащать фазоразделителями, предотвращающими попадание газовой фазы в жидкость и унос жидкости с парогазовой фазой.

337. Оборудование для разделения суспензий, в том числе центрифуги, оснащаются блокировками, исключающими пуск и работу агрегатов без подачи в них инертного газа. При этом предусматриваются меры, предотвращающие выброс горючих продуктов в производственное помещение и в окружающую среду по прекращению подачи суспензии.

338. Для технологических процессов разделения горючих аэрозолей (газ - твердая фаза) в фильтрах (электрофильтрах) и циклонах разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации должны быть предусмотрены меры, обеспечивающие взрывобезопасность процессов (в том числе автоматический контроль за разрежением в этих аппаратах, а при необходимости - автоматический контроль за содержанием кислорода в исходной аэрозоли или в отходящей газовой фазе), а также меры по исключению возникновения опасных значений напряженности электростатического поля.

339. Для аппаратов разделения аэрозолей разработчиком технологического процесса и проектной организацией в технологической и проектной документации должны быть предусмотрены надежные и эффективные меры по предотвращению образования отложений твердой фазы на внутренних поверхностях этих аппаратов или их удаление (антиадгезионные покрытия, механические встряхиватели, вибраторы, введение добавок и прочее). Периодичность и безопасные способы проведения операций по удалению отложений (обеспыливанию) должны быть регламентированы разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации.

## **ГЛАВА 27**

### **МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ**

340. При разработке и проведении массообменных процессов, в которых при отклонениях технологических параметров от регламентированных значений возможно образование неустойчивых взрывоопасных соединений, для объектов с технологическими блоками I и II категорий взрывоопасности должны предусматриваться средства автоматического

регулирования этих параметров.

Для объектов с технологическими блоками III категории взрывоопасности допускается выполнение операций регулирования вручную (производственным персоналом) при обеспечении автоматического контроля указанных параметров процесса и сигнализации о превышении их допустимых значений.

341. В колоннах, работающих под разрежением, в которых обращаются вещества, способные образовывать с кислородом воздуха взрывоопасные смеси, предусматривается автоматический контроль за содержанием кислорода в парогазовой фазе. Для объектов с технологическими блоками III категории взрывоопасности допускается предусматривать методы и средства периодического контроля; периодичность и способы контроля регламентируются.

Для колонн, работающих под вакуумом, должны предусматриваться:

блокировка по остановке вакуумной системы при падении до предельно допустимого значения вакуума и автоматическая подача в колонну для технологических блоков I и II категорий инертного газа, для III категории допускается ручное управление;

исключение источников инициирования взрыва;

автоматический контроль за содержанием кислорода в парогазовой фазе, если по расчетным данным в колонне в рабочем режиме (до падения вакуума) возможно образование взрывоопасной смеси обращающихся продуктов с кислородом воздуха.

342. Колонны ректификации ГЖ оснащаются средствами контроля и автоматического регулирования уровня и температуры жидкости в кубовой части, температуры поступающих на разделение продукта и флегмы, а также средствами сигнализации об опасных отклонениях значений параметров, определяющих взрывобезопасность процесса, и при необходимости перепада давления между нижней и верхней частями колонны.

343. В тех случаях, когда прекращение поступления флегмы в колонну ректификации может привести к опасным отклонениям параметров процесса, предусматриваются меры, обеспечивающие непрерывность подачи флегмы.

344. При проведении процессов адсорбции и десорбции предусматриваются меры по исключению самовозгорания

поглотителя, а также по оснащению адсорберов средствами автоматического контроля за очагами самовозгорания и устройствами для их тушения.

## **ГЛАВА 28**

### **ПРОЦЕССЫ СМЕШИВАНИЯ**

345. Методы и режимы смешивания горючих продуктов, конструкция оборудования и перемешивающих устройств должны обеспечивать эффективное перемешивание этих продуктов и исключать возможность образования застойных зон, а для случаев перемешивания, сопровождающихся протеканием экзотермических процессов, должна быть исключена возможность образования локальных зон перегрева смеси, развития самоускорения процесса.

346. При разработке и проектировании технологических стадий непрерывных процессов смешивания веществ, взаимодействие которых может привести к развитию неуправляемых экзотермических реакций, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть определены безопасные объемные скорости дозирования этих веществ, предусмотрены эффективные методы отвода тепла, средства автоматического контроля, регулирования процессов, противоаварийной защиты и сигнализации.

В периодических процессах смешивания при возможности развития самоускоряющихся экзотермических реакций для исключения их неуправляемого течения разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть регламентированы последовательность и допустимые количества загружаемых в аппаратуру веществ, скорость загрузки (поступления) реагентов.

347. При разработке и проектировании технологических стадий смешивания горючих продуктов, а также горючих продуктов с окислителями разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должно быть предусмотрено автоматическое или автоматизированное регулирование соотношения компонентов перед смесителями, а для парогазовых сред - дополнительно



регулирование давления.

348. При разработке и проектировании технологических стадий смешивания горючих парогазовых сред с окислителем разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должен быть предусмотрен автоматический контроль его содержания в материальных потоках на выходе из смесителя или других параметров технологического процесса, определяющих соотношение компонентов в системе, и средства противоаварийной защиты, прекращающие поступление компонентов на смешивание при отклонении концентраций окислителя от регламентированных значений.

349. В технологических блоках I категории взрывоопасности контроль состава смеси и регулирование соотношения горючих веществ с окислителем, а также содержания окислителя в материальных потоках после смешивания должны осуществляться автоматически.

350. Подводящие к смесителям коммуникации следует оснащать обратными клапанами или другими устройствами, исключающими (при отклонениях от регламентированных параметров процесса) поступление обратным ходом в эти коммуникации подаваемых на смешивание горючих веществ, окислителей или смесей.

Если попадание реакционной смеси в подводящие коммуникации исключается условиями проведения процесса, установка вышеуказанных устройств не обязательна.

351. Измельчение, смешивание измельченных твердых горючих продуктов для исключения образования в системе взрывоопасных смесей необходимо осуществлять в среде инертного газа.

Оборудование для измельчения и смешивания должно оснащаться средствами контроля за давлением подаваемого инертного газа, сигнализацией об отклонении его давления от регламентированных значений и автоматическими блокировками, не допускающими пуск в работу оборудования без предварительной подачи инертного газа или обеспечивающими остановку этого оборудования при прекращении поступления в него инертного газа.

## ГЛАВА 29

## ТЕПЛООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

352. Организация теплообмена, выбор теплоносителя (хладагента) и его параметров должны быть предусмотрены разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации и должны осуществляться с учетом физико-химических свойств нагреваемого (охлаждаемого) материала в целях обеспечения необходимой теплопередачи, исключения возможности перегрева и разложения продукта.

353. В теплообменном процессе не допускается применение теплоносителей, образующих при химическом взаимодействии взрывоопасные продукты.

354. При разработке и проектировании процессов с передачей тепла через стенку разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены методы и средства контроля и сигнализации о взаимном проникновении теплоносителя и технологического продукта в случае, если это может привести к образованию взрывоопасной среды.

355. При возможности снижения уровня нагреваемой горючей жидкости в аппаратуре и оголении поверхности теплообмена, что может привести к перегреву, высушиванию и разложению горючего продукта или развитию неуправляемых процессов, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены средства контроля и регулирования процесса, а также блокировки, прекращающие подачу греющего агента на случай понижения уровня горючего нагреваемого продукта ниже допустимого значения.

356. В поверхностных теплообменниках давление негорючих теплоносителей (хладагентов) должно, как правило, превышать давление нагреваемых (охлаждаемых) горючих веществ. В случаях невозможности выполнения этого требования разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должен быть предусмотрен контроль за содержанием горючих веществ в негорючем теплоносителе.

357. Температура теплоносителей, применяемых в процессах

нагрева горючих веществ, должна быть ниже температуры самовоспламенения горючих веществ и поддерживаться системой автоматики.

358. В теплообменных процессах, в том числе и реакционных, в которых при отклонениях технологических параметров от регламентированных возможно развитие неуправляемых, самоускоряющихся экзотермических реакций, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены средства, предотвращающие их развитие.

359. При разработке и проектировании теплообменных процессов, при ведении которых возможны кристаллизация продукта или образование кристаллогидратов, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены ввод реагентов, предотвращающих образование этих продуктов, а также применение других мер, обеспечивающих непрерывность, надежность проведения технологических процессов и их взрывобезопасность.

360. При разработке и проектировании теплообменных процессов с огневым обогревом разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены меры и средства, исключающие возможность образования взрывоопасных смесей в нагреваемых элементах, топочном пространстве и рабочей зоне печи.

Для изолирования печей с открытым огневым процессом от газовой среды при авариях на наружных установках или в зданиях печи должны быть оборудованы паровой завесой, включающейся автоматически и (или) дистанционно. При включении завесы должна срабатывать сигнализация.

361. В составе технологической и проектной документации разработчиком технологического процесса и проектной организацией для противоаварийной защиты топочного пространства нагревательных печей должно быть предусмотрено оснащение:

системами регулирования заданного соотношения топлива, воздуха и водяного пара при принудительной подаче воздуха и пара;

блокировками по прекращению поступления топливного газа при отрыве, при погасании пламени <3>;

средствами контроля за уровнем тяги и автоматического прекращения подачи топливного газа в зону горения при остановке дымососа или недопустимом снижении разрежения в печи, а при компоновке печных агрегатов с котлами-утилизаторами - системами по переводу работы агрегатов без дымососов <3>;

блокировками, прекращающими поступление газообразного топлива и воздуха при снижении их давления ниже установленных параметров;

средствами сигнализации о прекращении поступления топлива и воздуха при принудительной подаче в топочное пространство;

средствами подачи в топочное пространство веществ, исключающих возможность взрыва для нагревательных печей жидких горючих веществ.

-----  
<3> При обосновании разработчиком технологического процесса нагрева (конструктором печи) допускается не оборудовать нагревательные печи автоматикой безопасности, обеспечивающей прекращение подачи газа при погасании пламени у рабочих горелок или группы горелок, если технологический процесс сжигания газа и условия эксплуатации агрегатов (температура в топочном пространстве, число и размещение горелок, частота остановок и пуска агрегатов и другое) обеспечивают безопасность работы нагревательных печей.

362. В части противоаварийной защиты нагреваемых элементов (змеевиков) нагревательных печей в составе технологической и проектной документации разработчиком технологического процесса и проектной организацией должны быть предусмотрены:

аварийное освобождение змеевиков печи от нагреваемого жидкого продукта при повреждении труб или прекращении его циркуляции;

блокировки по отключению подачи топлива при прекращении подачи сырья;

средства дистанционного отключения подачи сырья и топлива в случаях аварий в системах змеевиков;

средства сигнализации о падении давления (расхода) в системах подачи сырья.

363. Топливный газ для нагревательных печей должен соответствовать регламентированным требованиям по содержанию в нем жидкой фазы, влаги и механических примесей. Регламентированные требования должны быть установлены разработчиком технологического процесса в технологической документации.

Разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены средства, исключающие наличие жидкости и механических примесей в топливном газе, поступающем на горелки.

364. При организации теплообменных процессов с применением ВОТ (ароматических масел и других веществ) разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены системы удаления летучих продуктов, образующихся в результате частичного их разложения.

365. При разработке и проектировании стадий проведения процесса сушки в атмосфере инертного газа разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должен быть предусмотрен автоматический контроль за содержанием кислорода в инертном газе на входе и (или) выходе из сушилки (в зависимости от особенностей процесса). На случай возможного превышения допустимой концентрации кислорода разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должна быть предусмотрена автоматическая блокировка по остановке процесса сушки и разработаны другие меры, исключающие возможность образования взрывоопасных смесей в аппаратуре.

366. Сушильный агент и режимы сушки должны выбираться разработчиком технологического процесса и предусматриваться в составе технологической документации с учетом взрывоопасных свойств высушиваемого материала, теплоносителя и возможности снижения взрывоопасности блока.

367. В сушильных агрегатах разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены меры,

исключающие поступление взрывоопасной смеси из сушилки в нагревательное устройство обратным ходом.

368. При обоснованной необходимости проведения процесса сушки в газовой среде разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены меры взрывопредупреждения процесса и взрывозащиты оборудования:

- оснащение устройствами, исключающими искрообразование фрикционного (удар, трение) и электрического происхождения;

- режим сушки должен исключать местные перегревы, образование застойных зон, увеличение времени нахождения высушиваемого материала в области высоких температур и отложение продукта на стенках сушильных камер;

- распылительные сушилки должны оснащаться средствами автоматического отключения подачи высушиваемого материала и сушильного агента при прекращении поступления одного из них;

- для предупреждения термодеструкции и (или) загорания горючих продуктов сушильные агрегаты оснащаются средствами автоматического регулирования температур высушиваемого материала и сушильного агента, а также блокировками, исключающими возможность повышения этих температур выше допустимых значений (отключение подачи сушильного агента, включение подачи хладагента и прочего);

- подача хладагента (холодного газа, воды и прочего) должна осуществляться автоматически или дистанционно при достижении температуры высушиваемого материала выше допустимых значений.

369. При проведении процессов сушки горючих веществ под вакуумом перед пуском сушилки в работу, а также при ее остановке разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должна быть предусмотрена подача в рабочее пространство инертного газа (продувка сушилки инертным газом). Порядок и продолжительность подачи инертного газа должны быть определены и регламентированы разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации с учетом конкретных условий проведения технологического процесса. При невозможности подачи инертного газа необходимо исключить источники воспламенения. Сушильные

агрегаты в этом случае необходимо дополнительно оснащать системами автоматизации, исключающими возможность включения их обогрева при отсутствии или снижении вакуума в рабочем пространстве ниже допустимого.

370. В составе технологической и проектной документации разработчиком технологического процесса и проектной организацией должно быть предусмотрено оснащение сушильных установок, имеющих непосредственный контакт высушиваемого продукта с сушильным агентом, устройствами очистки отработанного сушильного агента от пыли высушиваемого продукта и средствами контроля очистки.

## **ГЛАВА 30**

### **ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ**

371. При разработке и проектировании реакционных процессов, протекающих с возможным образованием промежуточных перекисных соединений, побочных взрывоопасных продуктов осмоления и уплотнения (полимеризации, поликонденсации) и других нестабильных веществ с вероятным их отложением в аппаратуре и трубопроводах, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены:

- контроль за содержанием в поступающем сырье примесей, способствующих образованию взрывоопасных веществ, а также за наличием в промежуточных продуктах нестабильных соединений и обеспечением заданного режима;

- ввод ингибиторов, исключающих образование в аппаратуре опасных концентраций нестабильных веществ;

- выполнение особых требований, предъявляемых к качеству применяемых конструкционных материалов и чистоте обработки поверхностей аппаратов, трубопроводов, арматуры, датчиков приборов, контактирующих с обращающимися в процессе продуктами;

- непрерывная циркуляция продуктов, сырья в емкостной аппаратуре для предотвращения или снижения возможности отложения твердых взрывоопасных нестабильных продуктов;

- вывод обогащенной опасными компонентами реакционной массы из аппаратуры;

обеспечение режимов и времени хранения продуктов, способных полимеризоваться или осмоляться, включая сроки их транспортировки.

372. При возможности отложения твердых продуктов на внутренних поверхностях оборудования и трубопроводов, их забивки, в том числе и устройств аварийного слива из технологических систем, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены контроль за наличием этих отложений и меры по их безопасному удалению, а в необходимых случаях предусмотрено резервное оборудование.

373. При применении катализаторов, в том числе металлоорганических, которые при взаимодействии с кислородом воздуха и (или) водой могут самовозгораться и (или) взрываться, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены меры, исключающие возможность подачи в систему сырья, материалов и инертного газа, содержащих кислород и (или) влагу в количествах, превышающих предельно допустимые значения.

374. В составе технологической и проектной документации разработчиком технологического процесса и проектной организацией в реакционных процессах должны быть предусмотрены преимущественно автоматическая дозировка компонентов и ее осуществление в последовательности, исключающей возможность образования внутри аппаратуры взрывоопасных смесей или неуправляемого хода реакций.

375. Для исключения возможности перегрева участвующих в процессе веществ, их самовоспламенения или термического разложения с образованием взрывоопасных продуктов в результате контакта с нагретыми элементами аппаратуры разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть определены и регламентированы температурные режимы, оптимальные скорости перемещения продуктов (предельно допустимое время пребывания их в зоне высоких температур) и другие меры.

376. Использование остаточного давления среды в реакторе периодического действия для перекачивания реакционной массы в



другой аппарат допускается в отдельных обоснованных случаях. Обоснование должно быть изложено разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации.

377. В части аппаратуры жидкофазных процессов разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должно быть предусмотрено оснащение системами контроля и регулирования в ней уровня жидкости и (или) средствами автоматического отключения подачи этой жидкости в аппаратуру при превышении заданного уровня или другими средствами, исключающими возможность перелива.

378. В части реакционных аппаратов взрывоопасных технологических процессов с перемешивающими устройствами разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должно быть предусмотрено их оснащение, как правило, средствами автоматического контроля за надежной работой и герметичностью уплотнений валов мешалок, а также блокировками, предотвращающими возможность загрузки в аппаратуру продуктов при неработающих перемешивающих устройствах в тех случаях, когда это требуется по условиям ведения процесса и обеспечения безопасности.

379. В части реакционной аппаратуры, в которой отвод избыточного тепла реакции при теплопередаче через стенку осуществляется за счет испарения охлаждающей жидкости (хладагента), разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должно быть предусмотрено их оснащение средствами автоматического контроля, регулирования и сигнализации уровня хладагента в теплообменных элементах.

380. В системах охлаждения реакционной аппаратуры с СГГ разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены:

обеспечение температуры хладагента (температуры кипения СГГ) поддержанием равновесного давления, значение которого должно регулироваться автоматически;

меры по автоматическому освобождению (сливу) хладагента из

теплообменных элементов реакционной аппаратуры, а также меры, исключающие возможность повышения давления выше допустимого в системах охлаждения при внезапном ее отключении.

381. При разработке и проектировании реакционных процессов получения или применении продуктов, характеризующихся высокой взрывоопасностью (ацетилена, этилена при высоких параметрах, пероксидных, металлоорганических соединений и других), склонных к термическому разложению или самопроизвольной спонтанной полимеризации, саморазогреву, а также способных самовоспламеняться или взрываться при взаимодействии с водой и воздухом, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены дополнительные специальные меры безопасности с учетом этих свойств.

382. Разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены места, средства и безопасные методы отбора проб.

383. Для образующихся в процессе производства отходов разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть определены и регламентированы способы их обработки, утилизации или уничтожения.

## **ГЛАВА 31**

### **ХРАНЕНИЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ СЛИВА-НАЛИВА СЖИЖЕННЫХ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ, ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ И ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ**

384. Проектирование складов СГГ, ЛВЖ и ГЖ, а также сливно-наливных станций (эстакад, пунктов), резервуаров (емкостей) для хранения и проведения сливно-наливных операций с СГГ, ЛВЖ и ГЖ должно осуществляться в соответствии с требованиями НПА, с обязательными для соблюдения требованиями ТНПА на проектирование данных объектов и настоящих Правил.

385. Порядок выполнения технологических операций по

хранению и перемещению СГГ, ЛВЖ и ГЖ, заполнению и опорожнению передвижных и стационарных резервуаров, емкостей, выбор параметров процесса, значения которых определяют взрывобезопасность выполнения этих работ (давление, скорости перемещения, предельно допустимые максимальные и минимальные уровни, способы снятия вакуума и прочего), должны приниматься и устанавливаться с учетом физико-химических свойств горючих продуктов разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации.

386. Для резервуаров, емкостей и сливно-наливных пунктов СГГ, ЛВЖ и ГЖ разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены средства контроля и управления опасными параметрами процесса.

Резервуары, емкости для хранения СГГ, ЛВЖ, ГЖ должны оснащаться приборами замера уровня, сигнализацией максимального заполнения и блокировкой по отключению насоса при достижении в них предельного уровня заполнения.

387. При хранении СГГ, ЛВЖ, ГЖ и проведении сливно-наливных операций стационарные и передвижные резервуары (сосуды) и сливно-наливные устройства следует использовать только для тех продуктов, для которых они предназначены. Разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены специальные меры, исключающие возможность смешивания продуктов при хранении и на всех стадиях выполнения операций слива-налива.

В необходимых случаях допускается заполнение порожних специально подготовленных емкостей другими продуктами, сходными по физико-химическим характеристикам и показателям хранения с теми жидкими горючими продуктами, для которых они предназначены. В этих случаях должна исключаться возможность превышения допустимых для емкости давлений. Порядок подготовки емкостей к заполнению определяется разработчиком проекта и должен предусматривать освобождение от остатков, ранее находившихся в них продуктов (промывка, очистка, обезвреживание емкостей и тому подобное) и проведение работ по переключению (подсоединению) трубопроводов, арматуры.

388. При хранении СГГ, ЛВЖ, ГЖ и проведении сливно-наливных операций с веществами, способными в условиях хранения к образованию побочных нестабильных соединений, накоплению примесей, повышающих взрывоопасность основного продукта, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены и регламентированы меры, исключающие возможность или уменьшающие скорость образования и накопления примесей и побочных соединений, а также контроль за их содержанием в трубопроводах, стационарных, передвижных резервуарах и другом оборудовании и способы своевременного их удаления.

389. Порядок подготовки к заполнению СГГ, ЛВЖ, ГЖ стационарных и (или) передвижных резервуаров, емкостей после монтажа, ремонта, технического обслуживания, диагностирования, очистки и выполнения аналогичных работ должен определяться разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации и предусматривать меры, исключающие возможность взрыва в этом оборудовании, контроль за параметрами, определяющими взрывоопасность.

390. Вместимость стационарных резервуаров (емкостей) СГГ, хранящихся под давлением, должна устанавливаться разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации с учетом требований НПА, обязательных для соблюдения требований ТНПА, энергетических показателей взрывоопасности и конкретных условий.

При необходимости применения единичных емкостей, имеющих  $Q_v > 50$ , как правило, должны предусматриваться изотермические или комбинированные методы хранения.

391. Резервуары с СГГ, ЛВЖ и ГЖ для освобождения в аварийных случаях оснащаются быстродействующей отключающей арматурой с дистанционным управлением из мест, доступных для обслуживания в аварийных условиях. Быстродействие отключающей арматуры определяется в соответствии с требованиями пунктами 29 и 43 настоящих Правил.

392. Конструкция резервуаров с плавающими крышами (понтонками), порядок проведения операций по их наполнению,

освобождению, система отбора продукта должны исключать местные перегревы, искрообразование за счет трения перемещаемых деталей и их возможных соударений, а при неисправностях крыш (понтонов) предотвращать их разрушение и возможные взрывы в резервуарах.

393. Проведение технологических операций по сливу-наливу СГГ, ЛВЖ и ГЖ в железнодорожные цистерны и танки-контейнеры должно осуществляться на специальных сливно-наливных станциях (эстакадах, пунктах). Для каждого вида наливаемого продукта, когда недопустимо его смешивание с другими продуктами, разработчиком технологического процесса и проектной организацией в составе технологической и проектной документации должны быть предусмотрены самостоятельные сливно-наливные станции (эстакады, пункты) или отдельные устройства налива на этих станциях (эстакадах, пунктах).

Запрещается использовать наливные пункты для попеременного налива несовместимых между собой продуктов.

Налив и слив СГГ, ЛВЖ и ГЖ должен осуществляться закрытым способом.

Налив и слив СГГ и ЛВЖ производится под давлением, налив и слив ЛВЖ и ГЖ, относящихся к вредным веществам 1-го и 2-го классов опасности, должен быть герметичным.

394. Для исключения перелива цистерн проектом в зависимости от свойств горючих веществ проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены надежные, как правило, автоматические устройства.

При автоматическом прекращении налива продуктов в железнодорожные цистерны с целью исключения гидравлических ударов в трубопроводах и наливных устройствах следует предусматривать байпасирование насоса налива. На байпасе насоса следует устанавливать регулирующий клапан, который должен открываться при увеличении давления наливаемого продукта в напорном коллекторе перед железнодорожной сливно-наливной эстакадой.

395. При проведении операций слива-налива СГГ, ЛВЖ и ГЖ насосами проектной организацией в составе проектной документации должно быть предусмотрено их дистанционное отключение.

Отключающие устройства должны быть расположены в

легкодоступных и удобных для эксплуатации и обслуживания этих устройств местах и выбираться с учетом требований по обеспечению безопасности.

396. Трубопроводы, по которым поступают на эстакаду налива СГГ, ЛВЖ и ГЖ, оснащаются быстродействующими запорными устройствами или задвижками с дистанционным управлением для отключения этих трубопроводов в случае возникновения инцидента на эстакаде.

397. Для безопасного проведения операций налива (слива) СГГ, низкокипящих ЛВЖ, ГЖ (с температурой кипения ниже температуры окружающей среды) в вагоны-цистерны (из вагонов-цистерн) проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены меры, исключающие возможность парообразования в трубопроводах, кавитации, гидравлических ударов и других явлений, способных привести к механическому разрушению элементов системы слива-налива.

398. Для сливно-наливных станций (эстакад, пунктов) проектной организацией в составе проектной документации должно быть предусмотрено обеспечение возможности подключения системы слива-налива к установкам организованного сбора и утилизации парогазовой фазы при необходимости освобождения системы от этих продуктов.

Для исключения образования взрывоопасных смесей в системах трубопроводов и коллекторов проектной организацией в составе проектной документации должны быть предусмотрены подвод к ним инертного газа и пара, а также возможность полного и надежного удаления из этих систем горючих веществ.

399. В сливно-наливных системах должны применяться устройства, изготовленные из материалов, стойких к перекачиваемым средам.

400. При проведении сливно-наливных операций должны предусматриваться меры защиты от атмосферного и статического электричества.

401. Порядок установки (подачи) железнодорожных цистерн под слив-налив горючих продуктов должен обеспечивать безопасность проведения этих операций.

При сливе-наливке железнодорожных цистерн должны предусматриваться меры, предотвращающие возможность самопроизвольного перемещения находящихся под наливом

цистерн, разгерметизации наливных устройств и выброса в атмосферу горючих продуктов, а также исключающие наличие постоянных или случайных источников зажигания (механического, электрического и другого происхождения) в зоне возможной загазованности.

Не допускается размещать под железнодорожными путями промежуточные резервуары (емкости) сливно-наливных устройств (кроме сливных емкостей для нефтепродуктов с температурой вспышки выше 120 °С и мазутов).

402. На сливно-наливных эстакадах лестницы должны быть из негорючих материалов и размещаться в торцах эстакад, а также по длине эстакад на расстоянии друг от друга не более 100 м. Лестницы должны иметь ширину не менее 0,7 м и уклон не более 1:1.

Лестницы и эстакады должны иметь ограждения высотой не менее 1 м.

Допускается устройство вертикальных эвакуационных (по длине эстакады) лестниц, отвечающим требованиям обязательным к применению ТНПА, не более чем через каждые 100 метров.

403. Для безопасного проведения операций налива СГГ, ЛВЖ, ГЖ скорость налива продукта не должна превышать максимальную безопасную скорость налива, которая зависит от свойств наливаемого продукта, диаметра трубопровода наливного устройства и свойств материалов его стенок и не должна превышать следующие пределы:

для продуктов с удельным объемным электрическим сопротивлением не более  $10^5$  Ом·м - до 10 м/с;

для продуктов с удельным объемным электрическим сопротивлением не более  $10^9$  Ом·м - до 5 м/с;

для продуктов с удельным объемным электрическим сопротивлением более  $10^9$  Ом·м допустимые скорости истечения и транспортировки устанавливаются для каждого продукта отдельно, заведомо безопасной скоростью движения и истечения этих продуктов являются 1, 2 м/с при диаметрах трубопроводов до 200 мм.

Ограничение максимальной скорости налива СГГ, ЛВЖ, ГЖ до безопасных пределов следует обеспечивать перепуском части продукта во всасывающий трубопровод насоса. Автоматическое регулирование расхода перепускаемого продукта необходимо

производить по поддержанию постоянного давления в напорном трубопроводе подачи продукта на железнодорожную сливно-наливную эстакаду.

404. Для слива-налива СГГ должны проектироваться самостоятельные сливно-наливные железнодорожные эстакады. Налив и слив СГГ совместно с ЛВЖ и ГЖ не допускается.

На эстакадах для слива и налива СГГ разрешается производить налив и слив нормального пентана, изопентана и других аналогичных жидкостей, перевозимых в специальных герметичных цистернах. При этом для каждого сливаемого или наливаемого продукта сливно-наливные коллектора должны быть отдельными.

405. Для сливно-наливных железнодорожных эстакад СГГ и ЛВЖ, транспортируемых под давлением, должна предусматриваться эстакада для осмотра и подготовки цистерн под налив, на которой производится проверка исправности и герметичности предохранительной, сливно-наливной и контрольной арматуры, также наличие остаточного давления неиспаряющихся остатков в цистерне.

Эстакада подготовки цистерн СГГ под налив должна быть оборудована коллекторами инертного газа и водяного пара, а также дренажным коллектором.

Срабатывание сигнализаторов загазованности должно сопровождаться автоматической световой и звуковой сигнализацией в места постоянного пребывания дежурного эксплуатационного персонала.

406. Сливно-наливные эстакады СГГ и ЛВЖ, транспортируемых под давлением, должны быть оборудованы факельным коллектором, коллекторами инертного газа и водяного пара, а также самостоятельными коллекторами газоуравнительных систем для каждого вида сливаемого или наливаемого СГГ. Коллектор водяного пара может не предусматриваться при обосновании технологической части проекта.

407. Подвод инертного газа или пара к трубопроводам для продувки или пропарки необходимо производить с помощью съемных участков трубопроводов или гибких шлангов с установкой запорной арматуры с обеих сторон съемного участка.

По окончании продувки эти участки трубопроводов или шланги должны быть сняты, а на запорной арматуре установлены заглушки.



408. На эстакадах для налива ЛВЖ, ГЖ и СГГ приборы замера давления и температуры необходимо устанавливать на общем коллекторе подачи продукта на наливные устройства перед входом на эстакаду с выносом показаний на щит оператора.

409. На сливно-наливных железнодорожных эстакадах ЛВЖ, ГЖ и сжиженными углеводородными газами (далее - СУГ) должны устанавливаться автоматические сигнализаторы ДВК. Один датчик сигнализатора ДВК следует устанавливать на две цистерны на нулевой отметке вдоль каждого фронта налива и слива.

При двухстороннем фронте налива или слива датчики должны располагаться в "шахматном" порядке.

При достижении 20% от НКПР на территории установки должен подаваться предупредительный световой сигнал в операторную (диспетчерскую) и звуковой в места установки датчиков. При достижении 50% от НКПР должен подаваться аварийный светозвуковой сигнал в операторную (диспетчерскую) и звуковой в места установки датчиков с автоматической остановкой насосов и прекращением операций по наливу.

Сигнализаторы ДВК должны быть во взрывозащищенном исполнении, соответствующем категориям и группам взрывоопасных смесей.

Срабатывание сигнализаторов загазованности должно сопровождаться автоматической световой и звуковой сигнализацией в места постоянного пребывания дежурного эксплуатационного персонала.

## **ГЛАВА 32**

### **ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДЫ**

410. Проектирование генеральных планов вновь сооружаемого и реконструируемого комплекса зданий и сооружений и других объектов, связанных с получением, обращением, применением и хранением электролитического водорода, должно осуществляться в соответствии с требованиями НПА, обязательными для соблюдения требованиями ТНПА, а также в соответствии с требованиями настоящих Правил.

411. Здания и сооружения, связанные с производством водорода (водородно-кислородные станции, склады, газгольдеры,

ресиверы для водорода и прочее), должны размещаться на промышленной площадке субъекта промышленной безопасности. Расстояния от зданий и сооружений, связанных с производством водорода, до соседних зданий и сооружений следует принимать в соответствии с требованиями НПА и обязательными для соблюдения требованиями ТНПА.

412. Технологические процессы производства электролитического водорода должны соответствовать обязательным для соблюдения требованиям ТНПА и проводиться в соответствии с утвержденным в установленном порядке технологическим регламентом.

413. В помещении электролизерного отделения не рекомендуется постоянное пребывание производственного персонала. Постоянный контроль за ведением технологического процесса осуществляется оператором из помещения пульта управления.

414. В производстве водорода обязательному контролю подлежат уровень жидкости в аппаратах, температура, давление и чистота вырабатываемых газов. При превышении перепада давления между водородом и кислородом, повышении давления в системе и ухудшении чистоты вырабатываемых газов электролизеры должны автоматически отключаться.

415. Помещения категории А, где обращается водород, должны быть обеспечены автоматическими газоанализаторами с устройством световой и звуковой сигнализации, срабатывающими при содержании водорода в воздухе помещения не более 10% от НКПР 0,4% (объемных) и кислорода менее 19% и более 23%.

416. Количество и место расположения газоанализаторов должны определяться проектной организацией из расчета: для водорода - одна точка отбора на каждые 100 м<sup>2</sup> площади, но не менее одного датчика на помещение; для кислорода - одна точка на помещение.

417. При содержании водорода в воздухе производственного помещения выше 25% от НКПР 1% (объемных) по сигналу от автоматического газоанализатора технологическое оборудование этого помещения должно быть остановлено.

418. Все технологическое оборудование после остановки более чем на 2 часа и перед пуском должно продуваться инертным газом, если оно в период остановки не находилось под избыточным

давлением водорода. Окончание продувки должно регламентироваться, исходя из расчета, и определяться анализом состава продуваемого газа. При этом водород в продувочном газе (после остановки) должен отсутствовать, а содержание кислорода в продувочном газе (перед пуском) не должно превышать 4% (объемных).

419. На входе в отдельно стоящие здания и помещения производства электролитического водорода должны быть установлены указатели категории помещений и классы взрывоопасных зон.

420. Перед ремонтными и профилактическими работами водородные ресиверы после продувки инертным газом должны продуваться воздухом с последующим отбором проб на содержание в ресивере оптимального количества кислорода для выполнения ремонтных работ. Кислородные ресиверы должны продуваться только воздухом.

421. Плановый сброс водорода из технологических аппаратов должен осуществляться с предварительной продувкой трубопровода азотом.

422. Чистота водорода, вырабатываемого электролизными установками, должна быть не ниже 98,5%, а кислорода - не ниже 98% (объемных).

423. Для непрерывного контроля содержания примеси водорода в кислороде и кислорода в водороде электролизные установки должны быть оборудованы автоматическими газоанализаторами с сигнализацией максимально допустимых концентраций. Кроме того, не менее одного раза в смену должен производиться контрольный анализ газов переносными химическими газоанализаторами.

424. Величина максимально допустимого перепада давления между системами водорода и кислорода электролизера должна соответствовать паспортным данным организации-изготовителя, но не должна превышать 0,003 МПа.

425. Прикасаться к корпусу электролизера во время его работы не допускается, кроме операций по отбору проб, которые должны проводиться с применением защитных средств (диэлектрических перчаток, диэлектрических бот или стоя на диэлектрическом резиновом коврике), разрешенных для этих условий работы.

426. Включение электролизера в работу может производиться

только после проверки состояния электроизоляции, осмотра аппаратуры и при отсутствии на них посторонних предметов.

427. Пуск электролизной установки после монтажа, ремонта и продолжительных остановок должен производиться под руководством главного энергетика субъекта промышленной безопасности или лица его заменяющего.

428. Необходимость резервирования основного водородного оборудования определяется при проектировании с учетом непрерывности технологического процесса, условий эксплуатации, условий надежности и качества, предъявляемых к продукционному водороду, а также к производству, связанному с его потреблением.

429. При непрерывном технологическом процессе на период переключения водородного оборудования на резервное, а также при плановом техническом обслуживании и проверке приборов автоматики и предохранительных клапанов должен быть предусмотрен буферный запас водорода в ресиверах или газгольдерах. Расчет емкости ресиверов или газгольдеров проводится проектной организацией.

Приложение 1  
к Правилам по обеспечению  
промышленной безопасности  
взрывоопасных химических  
производств и объектов

## **АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Анализ опасностей технологических процессов, количественная оценка риска и иные методы анализа опасностей и оценки риска являются составной частью декларации промышленной безопасности, обоснования безопасности ОПО, риск-менеджмента и системы управления промышленной безопасностью на ОПО.

Анализ опасностей технологических процессов - методология

качественного анализа опасностей, применяемая с целью исследования возможных причин аварий и инцидентов, опасностей отказов ОПО, ПОО, отклонений технологических параметров от регламентных и разработки мер по предупреждению аварий и инцидентов.

Основными методами анализа опасностей технологических процессов являются:

метод идентификации опасностей;

метод анализа опасности и работоспособности (далее - АОР).

Указанные методы применяются для обоснования технических решений, при разработке эксплуатационной (при необходимости) и проектной документации на возведение и реконструкцию, документации на техническое переоснащение, капитальный ремонт, консервацию и ликвидацию ОПО и (или) ПОО, или его составной части. Результаты анализа технических решений, принятых группой специалистов различного профиля (представители проектной, независимой экспертной и эксплуатирующей организаций), оформляются в виде отчета. Отчет оформляется с указанием даты и состава участников совещаний, на которых проводился анализ, методологии анализа опасностей, описанием анализируемого объекта, опасностей, возможных причин и последствий отказов ПОО, технических устройств, отклонений параметров технологических процессов от проектных или регламентных значений и иных факторов риска, а также с указанием мер защиты и рекомендаций по уменьшению риска аварий.

Метод идентификации опасностей (или предварительный анализ опасностей) основан на анализе перечня нежелательных последствий возможных аварий и инцидентов и наиболее эффективен для предварительного выявления и описания опасностей на начальном этапе проектирования, при выборе оптимальных вариантов расположения производственной площадки, размещения технологических объектов, компоновки установок и оборудования.

Применение метода АОР предпочтительно на промежуточных и завершающих стадиях разработки проекта, на которых прорабатываются основные конструктивные и технологические решения. Методом АОР исследуются опасности отказов технических устройств, отклонений технологических параметров

(температуры, давления, состава материальной среды) от регламентных режимов.

При характеристике отклонения используются ключевые слова и их комбинации "нет", "больше", "меньше", "так же, как", "другой", "иначе, чем", "обратный", "давление", "температура", "состав", "техническое обслуживание", "отказ". Применение ключевых слов помогает исполнителям выявить все возможные отклонения. Конкретное сочетание этих слов с технологическими параметрами определяется спецификой рассматриваемого объекта.

В процессе исследования методом АОР оформляются рабочие таблицы для каждой рассмотренной части технологической системы (объекта). Таблицы отражают результаты работы по выявлению всех отклонений от проектного режима работы технологической системы (объекта), возможных последствий отклонения, меры защиты и рекомендации по принятию технических решений при проектировании или дальнейшему исследованию выявленной проблемы.

При рассмотрении отклонения устанавливается приоритет или уровень критичности отклонений (высокий, средний, низкий), который определяет оперативность, форму и сроки реализации рекомендаций, в том числе при разработке:

проектной документации;

рабочей проектной документации (до начала возведения объекта);

эксплуатационной документации (до ввода объекта в эксплуатацию).

Приложение 2  
к Правилам по обеспечению  
промышленной безопасности  
взрывоопасных химических  
производств и объектов

#### **ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ВЗРЫВООПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ**

1. Сокращения, принятые в приложении:

ПГФ - парогазовая фаза;

ЖФ - жидкая фаза;

СГ - сжиженный газ;

АР - аварийная разгерметизация;

АРБ - аварийная разгерметизация блока.

Примечание. Обозначение параметра-символа одним штрихом соответствует парогазовым состояниям среды, двумя штрихами - жидким средам, например  $\dot{G}$  и  $\ddot{G}$  - соответственно масса ПГФ и ЖФ.

2. Обозначения, принятые в приложении, приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Обозначения, принятые в приложении**

Обозначение	Наименование	Единица измерения
$E$	Общий энергетический потенциал взрывоопасности (полная энергия сгорания ПГФ, поступившей в окружающую среду при АР)	кДж
$E_1'$	Энергия сгорания ПГФ, непосредственно имеющейся в аппарате	кДж
$E_2'$	Энергия сгорания ПГФ, поступающей к месту разгерметизации от смежных аппаратов и трубопроводов	кДж
$E_i''$	Энергия сгорания ПГФ, образующейся при АР из ЖФ, имеющейся в аппарате и поступающей в него от смежных аппаратов и трубопроводов	кДж
$A$	Энергия сжатой ПГФ, содержащейся непосредственно в аппарате или трубопроводе, для которого рассматривается аварийная ситуация	кДж
$V', V''$	Геометрические объемы ПГФ и ЖФ в аппарате	м <sup>3</sup>
$V_0'$	Объем ПГФ, приведенный к нормальным условиям ( $T_0 = 273 \text{ K}$ , $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$ )	м <sup>3</sup>
$P, P_0$	Регламентированное абсолютное давление в аппарате и абсолютное атмосферное давление	Па
$T_0, T$	Абсолютная нормальная (273 К) и абсолютная регламентированная температура ПГФ	К
$T''$	Регламентированная абсолютная температура ЖФ	К
$T_k$	Температура кипения ЖФ	К
$T$	Температура окружающей среды	К
$w', w''$	Скорость истечения ПГФ и ЖФ в рассматриваемый блок из смежных блоков	м/с
$S_i$	Площадь сечения, через которое возможно истечение ПГФ или ЖФ при АРБ	м <sup>2</sup>
$P_p$	Тепловая мощность экзотермической реакции	кВт (кДж/с)
$P_i$	Тепловая мощность внешних теплоносителей	кВт (кДж/с)
$r$	Удельная теплота испарения ЖФ	кДж/кг
$c''$	Удельная теплоемкость жидкой фазы	кДж/(кг·К)
$k$	Показатель адиабаты ПГФ	-
$\beta$	Коэффициент расхода, учитывающий гидродинамику потока ЖФ	-
$\rho_0'$	Плотность ПГФ при нормальных условиях ( $P_0 = 0,1 \text{ МПа}$ и $T_0 = 273 \text{ K}$ ) в среднем по блоку и по $i$ -м, поступающим в него при АРБ потокам	кг/м <sup>3</sup>
$\nu'$	Удельный объем ПГФ (при реальных условиях)	м <sup>3</sup> /кг
$\rho_i''$	Плотность ЖФ $i$ -го потока при регламентированных значениях ведения технологического процесса	кг/м <sup>3</sup>
$\tau$	Время с момента АР до полного срабатывания отключающей аварийный блок арматуры	с
$\tau_p$	Время с момента АР до полного прекращения экзотермических процессов	с
$\tau_T$	Время с момента АРБ до полного прекращения подачи теплоносителя к аварийному аппарату (прекращение теплообменного процесса)	с
$q', q''$	Удельная теплота сгорания соответственно ПГФ и ЖФ	кДж/кг
$G_1'$	Масса ПГФ, выделяющейся в окружающую среду из аварийного аппарата (при полной разгерметизации)	кг
$G_{и1}'$	Масса ПГФ, поступивших к месту аварии от смежных объектов (аппаратов)	кг
$G_1''$	Масса ЖФ, имеющейся в рассматриваемом аппарате до его разгерметизации	кг
$G_{и1}''$	Масса ЖФ, поступивших к месту аварии от смежных объектов (аппаратов)	кг
$G_2'$	Масса ЖФ, испарившейся за счет энергии перегрева и поступившей в окружающую среду при АР	кг
$G_3'$	Масса неиспарившейся жидкости, оставшейся в аварийном блоке и поступившей в окружающую среду (пролив на твердую поверхность)	кг



$G_4^*$	Масса ЖФ, испарившейся за счет теплопритока от твердой поверхности (пола, поддона, обвалования и т. п.)	кг
$G_5^*$	Масса ЖФ, испарившейся с поверхности за счет диффузионных процессов	кг
$F_{ж}$	Площадь поверхности зеркала жидкости	м <sup>2</sup>
$F_n$	Площадь контакта жидкости с твердой поверхностью розлива (площадь теплообмена между пролитой жидкостью и твердой поверхностью)	м <sup>2</sup>
$\varepsilon$	Коэффициент тепловой активности поверхности (поддона)	кДж/(м <sup>2</sup> ·К·с <sup>1/2</sup> )
$\lambda$	Коэффициент теплопроводности материала твердой поверхности (пола, поддона, земли и т. п.)	Вт/(м·К)
$c_t$	Удельная теплоемкость материала твердой поверхности	кДж/(кг·К)
$\rho_t$	Плотность материала твердой поверхности	кг/м <sup>3</sup>
$m_n$	Интенсивность испарения	
$M$	Молекулярная масса	кг/кмоль
$R$	Газовая постоянная ПГФ	кДж/(кмоль·К)
$\eta$	Безразмерный коэффициент	-
$P_n$	Давление насыщенного пара при расчетной температуре	кПа
$\tau_n$	Время контакта жидкости с поверхностью пролива, принимаемое в расчет	с

### 3. Определение значений энергетических показателей взрывоопасности технологического блока.

3.1. Общий энергетический потенциал взрывоопасности технологического блока определяется энергией полного сгорания парогазовой фазы, которая может поступить в окружающую среду из аварийного аппарата или участка трубопровода, с учетом величины работы ее адиабатического расширения, а также величины энергии полного сгорания парогазовой фазы, образующейся из испарившейся жидкости за счет внутренней и внешней энергий.

3.2. При анализе опасности технологических блоков должен выполняться анализ различных вариантов аварийных ситуаций, связанных с полной разгерметизацией одного из аппаратов или участка трубопровода между аппаратами. В качестве окончательного варианта выбирается тот, при котором будут максимальные последствия - максимальное количество опасных веществ, попавших в окружающую среду. При этом считается:

3.2.1. при аварийной ситуации происходит полное раскрытие (разрушение) аппарата или участка трубопровода;

3.2.2. через места разгерметизации происходит утечка веществ из трубопроводов прямого и обратного потоков от смежного оборудования в течение времени, необходимого для отключения их запорной арматуры;

3.2.3. площадь пролива жидкости определяется исходя из конструктивных решений зданий или площадки наружной установки;

3.2.4. параметры технологических сред и расходы потоков соответствуют максимальным регламентированным значениям;

3.2.5. время отключения технологических потоков должно приниматься в соответствии с техническими характеристиками запорной арматуры и способом управления (вручную по месту размещения арматуры, дистанционно из операторной, автоматически по алгоритму системы ПАЗ);

3.2.6. при отсутствии данных допускается расчетное время отключения технологических трубопроводов принимать равным:

3.2.6.1. времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;

3.2.6.2. 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;

3.2.6.3. 300 с при ручном отключении;

3.2.7. длительность испарения жидкости с поверхности пролива принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с. При наличии средств для отвода проливов в безопасное место (аварийная емкость) время испарения принимается равным времени полного слива. Для проливов жидкости до 20 кг время испарения допускается принимать равным 900 с;

3.2.8. допускается использование показателей взрывоопасности для смесей веществ и материалов по наиболее опасному компоненту.

Основная цель при разделении на технологические блоки - ограничение массы выбросов горючих и токсичных веществ в атмосферу при аварийной разгерметизации на технологическом аппарате путем отключения (изолирования) места разгерметизации. В качестве отключающих устройств используется быстродействующая отсекающая арматура, как правило, с автоматическим и (или) дистанционным управлением из мест с постоянным пребыванием персонала (операторная). При разделении технологической схемы на блоки необходимо учитывать особенности процесса и аппаратного оформления, то есть отключение места разгерметизации не должно приводить к последствиям, при которых будут нарушены нормы технологического режима в смежных аппаратах. Например, закрытие быстродействующей арматуры на нагнетании насоса до его остановки может привести к гидравлическому удару, при котором давление может превысить расчетное давление трубопровода. Прекращение "питания" или "орошения" ректификационной колонны до отключения подачи теплоносителя в испаритель приведет к значительному увеличению ПГФ. Алгоритм аварийной остановки технологических блоков при авариях должен выполняться при моделировании технологических процессов и учитываться при разделении на технологические блоки.

Разделение технологической схемы на блоки рекомендуется выполнять по типам технологических процессов. Основные типы технологических процессов, как правило, представлены следующими "типовыми" схемами:

физические процессы - ректификация, сепарация, абсорбция, десорбция, нагрев, охлаждение;

химические (реакционные) процессы;

сбор и хранение сырья, полупродуктов и продуктов.

При компоновке технологического блока необходимо определить центр блока (основной аппарат), по которому будут приниматься технологические параметры.

При выборе центра блока необходимо учитывать, что на величину энергетического потенциала технологического блока в большей степени оказывают влияние такие параметры, как:

наличие и количество парогазовой среды;

количество жидкой фазы;

физико-химические свойства веществ, присутствующих в блоке (теплота сгорания, летучесть);

параметры технологического процесса (давление, температура).

В идеальном случае разделение на технологические блоки должно быть по каждому аппарату.

Однако в большинстве случаев в технологических системах со сложными материальными и энергетическими связями такое разделение невозможно. Группировка оборудования в один блок должна осуществляться с учетом анализа изменения (увеличения) энергетического потенциала. Например, группировка вместе с ректификационной колонной конденсатора паров, сборника флегмы, подогревателя сырьевого потока, как правило, не влияет на энергетический потенциал технологического блока. С учетом анализа типовых установок при группировке оборудования могут быть использованы следующие рекомендации:

включение в состав блока с основным аппаратом ректификационной колонной вспомогательных аппаратов - конденсаторов, подогревателей и прочего не оказывает влияния на величину энергетического потенциала;

включение в состав блока аппаратов с меньшим потенциалом, например печь нагрева сырья перед реактором, не оказывает влияния на величину энергетического потенциала, за исключением печей, у которых относительный энергетический потенциал более 37;

последовательные теплообменники нецелесообразно разделять на отдельные блоки, так как они практически являются частью трубопроводной обвязки. Исключение составляют кожухотрубчатые испарители, имеющие значительный объем межтрубного пространства;

необходимо разделять трубное и межтрубное пространство теплообменного оборудования, в том числе и трубчатых печей, так как технологические среды разделены перегородками, исключающими смешивание при нормальной эксплуатации;

в качестве границ блока могут быть приняты насосы и компрессоры, так как их остановка позволяет отключить технологический поток от смежного блока к аварийному;

емкости со сжиженными газами рекомендуется рассматривать как самостоятельный блок, так как они обладают повышенной опасностью из-за нахождения ЖФ в состоянии перегрева;

не следует включать в общий технологический блок оборудование, между которым нет технологических связей;

межцеховые коммуникации (трубопроводы) не являются технологическим блоком и не должны включаться в состав технологических блоков;

в резервуарных парках, в том числе и для хранения сжиженных газов, допускается группировать в один технологический блок резервуары (емкости), размещенные в общем ограждении (поддоне), при условии, что исключена возможность одновременного заполнения или опорожнения нескольких резервуаров (емкостей).

3.3. Общий энергетический потенциал взрывоопасности технологического блока определяется по следующей формуле:

$$E = E_1' + E_2' + E_1'' + E_2'' + E_3'' + E_4'' \tag{1}$$

3.4. Сумма энергий адиабатического расширения  $A$  (кДж) и сгорания ПГФ определяется по следующей формуле:

$$E_1' = G_1' \cdot q_1' + A \quad (2)$$

3.4.1. Масса ПГФ, выделяющейся в окружающую среду из аварийного аппарата (трубопровода), определяется по следующей формуле:

$$G_1' = V_0' \cdot \rho_0', \quad (3)$$

$$\text{где } V_0' = \frac{P}{P_0} \cdot \frac{V}{T_1} \cdot T; \quad (4)$$

$$T = T_1 \cdot \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k-1}{k}}; \quad (5)$$

$$\rho_0' = \rho \cdot \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{1}{k}}. \quad (6)$$

Для многокомпонентных сред значения массы и объема определяются с учетом процентного содержания и физических свойств продуктов, составляющих эту смесь.

3.4.2. Энергия адиабатического расширения ПГФ, содержащейся в аппарате (трубопроводе), определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{1}{k-1} \cdot P \cdot V' \cdot \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \quad (7)$$

Примечания:

1. Значения величин  $P$  и  $P_0$  в килопаскалях.

2. При избыточных значениях  $P < 0,07$  МПа и  $P \cdot V' < 0,02$  МПа·м<sup>3</sup> энергию адиабатического расширения ПГФ малых ее значений в расчет можно не учитывать.

4. Энергия сгорания ПГФ ( $E_2'$ ), поступившей к разгерметизированному участку от смежных объектов (блоков), определяется по следующей формуле:

$$E_2' = \sum_{i=1}^n G_i' \cdot g_i' \quad (8)$$

4.1. Для  $i$ -го потока масса ПГФ, поступивших к месту аварии от смежных объектов (аппаратов), определяется по следующей формуле:

$$G_i' = \rho_i' \cdot \beta \cdot w_i' \cdot S_i' \cdot \tau_i, \quad (9)$$



где скорость истечения ПГФ при  $\frac{P}{P_0} \geq \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$  определяется по следующей формуле:

$$w_i = \sqrt{\frac{2 \cdot k}{k - 1} \cdot P_i \cdot v_i \cdot \left[ 1 - \left( \frac{P_0}{P} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} \quad (10)$$

При  $\frac{P_0}{P} < \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}$  скорость истечения газа будет равна скорости звука в данной среде, которая определяется по следующей формуле:

$$w = 91,5 \cdot \sqrt{\frac{k \cdot T}{M}}$$

(11)

4.2. Для ситуаций, когда в смежном оборудовании находится сжиженный газ масс паровой фазы,  $G'_i$  определяется по формуле:

$$G_i = \tau_i \cdot \mu \cdot S_i \cdot \sqrt{\left(\frac{P_C \cdot M}{R \cdot T_C}\right) \cdot P_C \cdot (0,167 \cdot P_R^5 + 0,534 \cdot P_R^{1,95})} \quad (12)$$

где  $\mu$  - коэффициент истечения;

$S_i$  - площадь отверстия, м<sup>2</sup>;

$P_c$  - критическое давление сжиженного газа, Па;

$M$  - молярная масса, кг/моль;

$R$  - универсальная газовая постоянная, равная 8,31 Дж/(К·моль);

$T_c$  - критическая температура сжиженного газа, К;

$P_r = \frac{P}{P_c}$  - безразмерное давление сжиженного газа в резервуаре;

$P$  - давление сжиженного газа в резервуаре, Па.

5. Энергия сгорания ПГФ, образующейся за счет энергии перегретой ЖФ рассматриваемого аппарата и поступившей от смежных объектов за время  $\tau_i$ , определяется по следующей формуле:

$$E_1'' = G_2'' \cdot g'' + \sum G_{2i}'' \cdot g_i'' \quad (13)$$

5.1. Масса ПГФ, образующейся за счет энергии перегретой ЖФ, находящейся непосредственно в аппарате, для которого рассматривается аварийная ситуация, определяется по следующей формуле:

$$G_2'' = \min \left\{ 0,8 \cdot G_1''; \frac{2 \cdot c'' \cdot (T - T_K'')}{r} \cdot G_1'' \right\} \quad (14)$$

Примечание. В обоснованных случаях при отсутствии возможности образования аэрозоля при вскипании ЖФ коэффициент 2 в формуле (14) может быть исключен.

Для сжиженных газов, находящихся в аппарате под давлением, масса ПГФ, образующейся за счет внутренней энергии, определяется по следующей формуле:

$$G_2'' = G_1'' \cdot \delta \quad (15)$$



где  $\delta$  - доля испарившейся жидкости определяется по следующей формуле:

$$\delta = 1 - \exp\left(-\frac{c'' \cdot (T_a - T_k)}{r}\right) \quad (16)$$

Примечания:

1. При  $\delta \geq 0,35$  в формулу (16) подставляется значение  $\delta = 1$ , т. е. принимается, что вся масса сжиженного газа, находящаяся в оборудовании, за счет взрывного характера испарения переходит в парокапельное облако.

2. При  $\delta < 0,35$  в формулу (15) подставляется значение  $\delta$ , рассчитанное по (16). Оставшаяся часть жидкости поступает в окружающую среду и испаряется с поверхности пролива за счет потока тепла от подстилающей поверхности и воздуха (см. формулу (29)).

5.2. Масса ЖФ, поступившей самотеком от смежных блоков, за счет избыточного давления или разности уровней, за время от начала разгерметизации до отключения потока запорной арматурой определяется по следующей формуле:

где  $w_i'' = \beta \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (9,81 \cdot \rho_i'' \cdot H + P)}{\rho_i''}},$

$$G_{\Pi}'' = \rho_i'' \cdot w_i'' \cdot S_i'' \cdot \tau_i, \tag{17}$$

$$\tag{18}$$

где  $\beta$  - в зависимости от реальных свойств ЖФ и гидравлических условий принимается в пределах 0,61 - 0,82;

$H$  - уровень ЖФ относительно отверстия, через которое происходит истечение жидкости.

Примечания:

1. При расчетах скоростей истечения ПГФ и ЖФ из смежных систем к аварийному блоку можно использовать и другие расчетные формулы, учитывающие фактические условия действующего производства, в том числе гидравлическое сопротивление систем, из которых возможно истечение.

2. Площадь сечения определяется для наиболее узкого места между смежным аппаратом и местом истечения.

3. Рассчитанная по формуле 17 масса не может превышать объем ЖФ в смежных аппаратах.

4. К рассчитанной по формуле 17 массе ЖФ необходимо добавлять массу ЖФ, содержащейся в трубопроводе на участке от запорной арматуры, отсекающей технологический поток, до места истечения при возможности ее истечения.

5. При наличии обратного клапана на трубопроводе выдачи ЖФ из аппарата допускается учитывать его работу аналогично автоматическому клапану-отсекателю.

5.3. Масса ЖФ сжиженного газа  $G_i^*$ , поступившего от смежного аппарата, может быть определена по следующей формуле:

$$G_i'' = G_i' \cdot \frac{\sqrt{\left(\frac{\rho_i''}{\rho_i'}\right) \cdot P_R}}{(1,22 \cdot T_R^{3/2})},$$

(19)

где  $G'_i$  - масса ПГФ, определенная по формуле (12);

$T_R = T / T_C$  - безразмерная температура сжиженного газа.

5.4. Массовая скорость истечения ЖФ, подаваемой к месту разгерметизации насосом, принимается равной производительности насоса с учетом возможного изменения (снижения) давления в разгерметизировавшемся аппарате.

5.5. Массовая скорость истечения ЖФ на потоках, где имеется регулирование расхода клапаном-регулятором, принимается равной регламентированному значению технологического потока.

6. Энергия сгорания ПГФ, образующейся из ЖФ за счет тепла экзотермических реакций, не прекращающихся при разгерметизации, определяется по следующей формуле:

$$E_2^v = \frac{q'}{r} \cdot \sum_{i=1}^n \pi_{pi} \cdot \tau_{pi} \, , \tag{20}$$



где  $\tau_{pi}$  - принимается для каждого случая, исходя из конкретных регламентированных условий проведения процесса и времени срабатывания отсечной арматуры и средств ПАЗ, с.

7. Энергия сгорания ПГФ, образующейся из ЖФ за счет теплопритока от внешних теплоносителей, поступающей к месту разгерметизации от смежных аппаратов, определяется по следующей формуле:

$$E_3^{\sigma}=\frac{q}{r}\cdot\sum_{i=1}^n\pi_{\pi_i}\cdot\tau_{\pi_i}\tag{21}$$

8. Значение  $\Pi_{\text{т}}$  (кДж/с) может определяться с учетом конкретного теплообменного оборудования и основных закономерностей процессов теплообмена ( $\Pi_{\text{т}} = K_i \cdot F_i \cdot \Delta t_i$ ) по разности теплосодержания теплоносителя на входе в теплообменный элемент (аппарат) и выходе из него:

$$\Pi_{Ti} = W_{Ti} \cdot c_i \cdot (\ell_2 - \ell_1) \text{ или } \Pi_{Ti} = W_{Ti} \cdot r_{Ti}, \quad (22)$$

где  $W_{T_1}$  - расход греющего теплоносителя, кг/с;

$r_{T_1}$  - удельная теплота парообразования конденсирующегося теплоносителя.

При обосновании могут быть использованы также другие способы расчета тепловой мощности.

9. Энергия сгорания ПГФ, образующейся из пролитой на твердую поверхность (пол, поддон, грунт и т. п.) ЖФ, за счет теплоотдачи от окружающей среды (от твердой поверхности и воздуха к жидкости по ее поверхности) определяется по следующей формуле:

$$E_4'' = G_{\Sigma}'' \cdot q', \tag{23}$$

$$\text{где } G_{\Sigma}'' = G_4'' + G_5'' \tag{24}$$

9.1. Масса ЖФ, испарившейся за счет теплопритока от твердой поверхности (пола, поддона, обвалования и т. п.), определяется для случаев, когда  $T < T_0$  по следующей формуле:

$$G_4'' = 2 \cdot \frac{T_a - T}{r} \cdot \frac{\varepsilon}{\sqrt{3,14}} \cdot \frac{F_{\text{п}}}{F_{\text{ж}}} \cdot F_{\text{п}} \cdot \sqrt{\tau}, \quad (25)$$



где  $T_a$  - температура твердой поверхности (пола, поддона, грунта и прочего), К;

$$\varepsilon = \sqrt{\lambda \cdot \rho_t \cdot c_t} \quad (26)$$

9.2. Масса ЖФ, испарившейся с поверхности за счет диффузионных процессов, определяется по следующей формуле:

$$G_5^w = m_{\text{л}} \cdot F_{\text{ж}} \cdot \tau_{\text{и}} \quad (27)$$

Интенсивность испарения  $W$  ( $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ) для ненагретых жидкостей определяется по формуле:

$$m_{\mathcal{M}} = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H, \tag{28}$$

где  $\eta$  - коэффициент, принимаемый для помещений по таблице 2 в зависимости от скорости и температуры воздушного потока над поверхностью испарения. При проливе жидкости вне помещения допускается принимать  $\eta = 1$ ;

$P_n$  - давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости, кПа.

Значение безразмерного коэффициента  $\eta$ , учитывающего влияние скорости и температуры воздушного потока над поверхностью (зеркало испарения) жидкости, принимается по таблице 2.

Таблица 2

**Значение коэффициента  $\eta$  <\*> при температуре  $t$ , °С, воздуха**

Скорость воздушного потока над зеркалом испарения, м/с	Значения коэффициента $\eta$ при температуре воздуха над зеркалом испарения $t_{0.с.}, ^\circ\text{C}$				
	10	15	20	30	35
0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,1	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,6

Примечание. Для скоростей ветра более 1 м/с величина  $\eta$  берется равной при 1 м/с, при температуре воздуха  $t_{o.c.}$  над зеркалом испарения более 35 °С величина  $\eta$  берется равной при  $t_{o.c.} = 35$  °С, при температуре воздуха  $t_{o.c.}$  над зеркалом испарения менее 10 °С величина  $t_{o.c.}$  берется равной при  $t_{o.c.} = 10$  °С.

Интенсивность испарения ЖФ сжиженных газов, пролившихся на свободную поверхность, определяется по формуле:

$$m_{\text{ш}} = \frac{(\lambda \cdot c_t \cdot \rho_t)^{0,5} \cdot (T_a - T_{\kappa})}{r \cdot (3,14 \cdot l)^{0,5}} + \frac{0,0035 \cdot u^{0,8} \cdot \lambda_a \cdot (T_a - T_k)^2}{(\nu_a^{0,8} \cdot d^{0,2} \cdot r)}, \quad (29)$$



где  $t$  - текущее время с момента начала испарения, с (но не менее 10 с);

$\lambda_a$  - коэффициент теплопроводности воздуха при температуре  $T_a$ ;

$u$  - скорость воздушного потока над поверхностью испарения, м/с;

$d$  - характерный диаметр пролива, м;

$\nu_a$  - кинематическая вязкость воздуха при  $T_a$ , м<sup>2</sup>/с.

10. Определение величины приведенной массы и относительного энергетического потенциала, характеризующих взрывоопасность технологических блоков.

По значениям общих энергетических потенциалов взрывоопасности  $E$  определяются величины приведенной массы и относительного энергетического потенциала, характеризующих взрывоопасность технологических блоков.

10.1. Общая масса горючих паров (газов) взрывоопасного парогазового облака  $m$ , приведенная к единой удельной энергии сгорания, равной 46 000 кДж/кг:

$$m = \frac{E}{4,6 \cdot 10^4}$$

(30)

10.2. Относительный энергетический потенциал взрывоопасности  $Q_{\text{в}}$  технологического блока находится расчетным методом по формуле:

$$Q_B = \frac{1}{16,534} \cdot \sqrt[3]{E}$$

(31)

По значениям относительных энергетических потенциалов  $Q_B$  и приведенной массе парогазовой среды  $m$  осуществляется категорирование технологических блоков.

Показатели категорий приведены в таблице 3.

**Показатели категорий взрывоопасности технологических блоков**

Таблица 3

Категория взрывоопасности	Относительный энергетический потенциал $Q_0$	Приведенная масса $m$ , кг
I	>37	>5000
II	27 - 37	2000 - 5000
III	<27	<2000

### МЕТОДИКА РАСЧЕТА МАССЫ ВЕЩЕСТВА, УЧАСТВУЮЩЕГО ВО ВЗРЫВЕ

Данная методика используется при определении исходных данных для оценки параметров ударных волн при взрывах топливно-воздушных смесей, образующихся в атмосфере и производственных помещениях при промышленных авариях и инцидентах.

Масса ГГ или паров, испарившихся с поверхности горючей жидкости за счет внутренней и (или) внешней энергии, может задаваться в качестве исходного параметра, исходя из максимальной концентрации взрывоопасной смеси в свободном объеме помещения или определяться исходя из условий аварии. При оценке последствий аварии (инцидента) массу ГГ или паров рекомендуется определять согласно приложению 1 с учетом развития конкретной аварийной ситуации. Под развитием аварийной ситуации подразумевается последовательность логически связанных отдельных процессов: истечение, распространение, перемешивание с воздухом (окислителем). В качестве инициирующего события можно рассматривать полную или частичную разгерметизацию аппарата.

Выбор расчетной ситуации должен осуществляться с учетом возможности реализации инициирующего события, которое может привести к нарушению параметров технологического процесса или нарушению герметичности оборудования и трубопроводов.

Анализ дерева событий представляет собой "осмысливаемый вперед" процесс, то есть процесс, при котором исследование развития аварийной ситуации начинается с исходного события с рассмотрением цепи последующих событий, приводящих к возникновению топливно-воздушной смеси.

При построении логических деревьев событий учитываются следующие положения:

выбирается ситуация, которая может повлечь за собой возникновение аварии (инцидента) на технологическом оборудовании, содержащем взрывопожароопасные вещества с дальнейшим ее развитием;

развитие аварийной ситуации должно рассматриваться поэтапно с учетом места ее возникновения на объекте (производственное помещение, наружная установка), оценки вероятности возникновения и возможности ее локализации и ликвидации.

Для практических расчетов, используемых при выборе основных направлений организационно-технических мероприятий по защите персонала от травмирования, а зданий и сооружений от разрушения, рекомендуется рассматривать аварийные ситуации, при которых вероятность возникновения взрыва - не ниже  $10^{-6}$  год<sup>-1</sup>.

Частоты реализации инициирующих событий для некоторых типов оборудования приведены в таблице 1. Удельные частоты утечек из технологических трубопроводов на 1 м длины приведены в таблице 2.

Таблица 1

#### Частоты реализации инициирующих событий для некоторых типов оборудования

Наименование оборудования	Событие, инициирующее аварию	Диаметр отверстия истечения, мм	Частота разгерметизации, год <sup>-1</sup>
Резервуары, емкости, сосуды и аппараты под давлением	Разгерметизация с последующим истечением жидкости, газа или двухфазной среды	5	$4,0 \times 10^{-5}$
		12,5	$1,0 \times 10^{-5}$
		25	$6,2 \times 10^{-6}$
		50	$3,8 \times 10^{-6}$
		100	$1,7 \times 10^{-6}$
		Полное разрушение	$3,0 \times 10^{-7}$
Насосы (центробежные)	Разгерметизация с последующим истечением жидкости или двухфазной среды	5	$4,3 \times 10^{-3}$
		12,5	$6,1 \times 10^{-4}$
		25	$5,1 \times 10^{-4}$
		50	$2,0 \times 10^{-4}$
		Диаметр подводящего/отводящего трубопровода	$1,0 \times 10^{-4}$
Компрессоры (центробежные)	Разгерметизация с последующим истечением газа	5	$1,1 \times 10^{-2}$
		12,5	$1,3 \times 10^{-3}$
		25	$3,9 \times 10^{-4}$
		50	$1,3 \times 10^{-4}$
		Полное разрушение	$1,0 \times 10^{-4}$
Резервуары для хранения ЛВЖ и ГЖ при давлении, близком к атмосферному	Разгерметизация с последующим истечением жидкости в обвалование	25	$8,8 \times 10^{-5}$
		100	$1,2 \times 10^{-5}$
		Полное разрушение	$5,0 \times 10^{-6}$

Примечания:

1. Под полным разрушением подразумевается утечка с диаметром истечения, соответствующим максимальному диаметру подводящего или отводящего трубопровода, или разрушения резервуара, емкости, сосуда или аппарата.

2. При определении частоты разгерметизации фильтров и кожухотрубных теплообменников указанное оборудование допускается рассматривать как аппараты под давлением. Аппараты воздушного охлаждения допускается рассматривать как участки технологических трубопроводов, длина которых соответствует суммарной длине труб в пучках теплообменника.

**Удельные частоты утечек из технологических трубопроводов на 1 м длины**

Таблица 2

Диаметр трубопровода, мм	Частота утечек, м <sup>-1</sup> · год <sup>-1</sup>				
	Малая (диаметр отверстия 12,5 мм)	Средняя (диаметр отверстия 25 мм)	Значительная (диаметр отверстия 50 мм)	Большая (диаметр отверстия 100 мм)	Разрыв
50	$5,7 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	-	-	$1,4 \cdot 10^{-6}$
100	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-7}$	-	$2,4 \cdot 10^{-7}$
150	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$7,9 \cdot 10^{-7}$	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$
250	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$4,7 \cdot 10^{-7}$	$1,9 \cdot 10^{-7}$	$7,8 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$
600	$4,7 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$7,9 \cdot 10^{-8}$	$3,4 \cdot 10^{-8}$	$6,4 \cdot 10^{-9}$
900	$3,1 \cdot 10^{-7}$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	$5,2 \cdot 10^{-8}$	$2,2 \cdot 10^{-8}$	$4,2 \cdot 10^{-9}$
1200	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$9,8 \cdot 10^{-8}$	$3,9 \cdot 10^{-8}$	$1,7 \cdot 10^{-8}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$

Условная вероятность воспламенения топливно-воздушной смеси с образованием избыточного давления при образовании горючего газопаровоздушного облака приведена в таблице 3.

Таблица 3

**Условная вероятность воспламенения топливно-воздушной смеси с образованием избыточного давления при образовании горючего газопаровоздушного облака**



Массовый расход истечения, кг/с		Условная вероятность
Диапазон	Номинальное среднее значение	Газ
Малый (<1)	0,5	0,080
Средний (1 - 50)	10	0,240
Большой (>50)	100	0,600
Полный разрыв	-	0,600

1. Масса парогазовых веществ, участвующих во взрыве, определяется произведением:

$$m'_a = z \cdot m, \quad (1)$$

где  $Z$  - доля приведенной массы парогазовых веществ, участвующих во взрыве.

2. Для производственных помещений значение коэффициента участия горючих газов и паров ненагретых ЛВЖ во взрыве, если выполняется условие  $\frac{100 \cdot m}{\rho_m \cdot V_{св}} < 0,5 \cdot C_{\text{НКПР}}$  определяется по следующим формулам:

при  $X_{\text{НКПР}} \leq 0,5 \cdot L$  и  $Y_{\text{НКПР}} \leq 0,5 \cdot S$ :

$$z = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot \pi}{m} \cdot \rho_{\Gamma\Pi} \cdot (C_0 + \frac{C_{\text{HKПР}}}{\delta}) \cdot X_{\text{HKПР}} \cdot Y_{\text{HKПР}} \cdot Z_{\text{HKПР}} \quad (2)$$

при  $X_{\text{НКПР}} \geq 0,5 \cdot L$  и  $Y_{\text{НКПР}} \geq 0,5 \cdot S$ :

$$Z = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{m} \cdot \rho_{\text{гп}} \cdot (C_0 + \frac{C_{\text{нкпр}}}{\delta}) \cdot F \cdot Z_{\text{нкпр}} \quad (3)$$

где  $m$  - масса горючего газа или паров ЛВЖ и ГЖ, вышедших в результате аварии в помещение, кг;

$\rho_{гп}$  - плотность газа или пара при расчетной температуре, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{НКПР}$  - нижний концентрационный предел распространения пламени, % об.;

$C_0$  - предэкспоненциальный множитель;

$\delta$  - допустимые отклонения концентраций, определяются по таблице 4;

$X_{НКПР}$ ,  $Y_{НКПР}$ ,  $Z_{НКПР}$  - соответственно, расстояния по осям X, Y, Z от источника поступления газа, ограниченные НКПР, рассчитываемые по формулам (5) - (7), м;

$F$  - площадь пола помещения, м<sup>2</sup>.

Таблица 4

#### Характер распределения концентраций

Характер распределения концентраций	$\delta$	Формула для расчета $C_0$ , % об	$K_1$	$K_2$	$K_3$
Горючие газы при отсутствии подвижности воздушной среды	1,38	$C_0 = 3770 \cdot \frac{m}{\rho_{гг} \cdot V_{сб}}$	1,1314	1	0,025 3
Горючие газы при подвижности воздушной среды	1,37	$C_0 = 300 \cdot \frac{m}{\rho_{гг} \cdot V_{сб} \cdot U}$	1,1314	1	0,028 28
Пары ЛВЖ при отсутствии подвижности воздушной среды	1,25	$C_0 = C_H \cdot \left( \frac{100 \cdot m}{C_H \cdot \rho_{гг} \cdot V_{сб}} \right)^{0,41}$	1,1958	$\frac{T}{3600}$	0,047 14
Пары ЛВЖ при подвижности воздушной среды	1,27	$C_0 = C_H \cdot \left( \frac{100 \cdot m}{C_H \cdot \rho_{гг} \cdot V_{сб}} \right)^{0,46}$	1,1958	$\frac{T}{3600}$	0,353 6

Примечание.  $V_{св}$  - свободный объем помещения, м<sup>3</sup>;  $C_H$  - концентрация паров над жидкостью в состоянии равновесия (насыщения) при расчетной температуре жидкости, % об.

2.1. Концентрация  $C_H$  может быть найдена по формуле:



$$C_H = 100 \cdot \frac{P_H}{P_0}, \quad (4)$$

где  $P_H$  - давление насыщенных паров при расчетной температуре жидкости (находится из справочной литературы), кПа;

$P_0$  - атмосферное давление, равное 101 кПа.

2.2. Расстояния  $X_{HKПР}$ ,  $Y_{HKПР}$ ,  $Z_{HKПР}$  рассчитываются по следующим формулам:

$$X_{\text{HKПР}} = K_1 \cdot L \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta \cdot C_0}{C_{\text{HKПР}}})^{0.5}, \quad (5)$$

$$Y_{\text{HKПР}} = K_1 \cdot S \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta \cdot C_0}{C_{\text{HKПР}}})^{0.5}, \quad (6)$$

$$Z_{\text{HKПР}} = K_3 \cdot H \cdot (K_2 \cdot \ln \frac{\delta \cdot C_0}{C_{\text{HKПР}}})^{0.5}, \quad (7)$$

где  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  - коэффициенты, принимаемые по таблице 4;

$H$  - высота помещения, м;

$L$  - длина помещения, м;

$S$  - ширина помещения, м.

При отрицательных значениях логарифмов расстояния  $X_{\text{нкпр}}$ ,  $Y_{\text{нкпр}}$ ,  $Z_{\text{нкпр}}$  принимаются равными 0.

Для остальных случаев, т. е. когда выполняется условие  $\frac{100 \cdot m}{\rho_{\text{гп}} \cdot V_{\text{св}}} \geq 0,5 \cdot C_{\text{нкпр}}$ , коэффициент участия горючих газов и паров ненагретых ЛВЖ во взрыве рекомендуется принимать по таблице 5.

**Коэффициент участия горючих газов и паров ненагретых ЛВЖ во взрыве**

Таблица 5

Вид горючего вещества	<i>z</i>
Водород	1,0
ГГ (кроме водорода)	0,5
ЛВЖ и ГЖ, нагретые выше температуры вспышки	0,3
ЛВЖ и ГЖ, нагретые ниже температуры вспышки при возможности образования аэрозоля	0,3
Диспергированные ЛВЖ и ГЖ, нагретые ниже температуры вспышки	0,12
ЛВЖ, нагретые ниже температуры вспышки	0,05

3. Для неорганизованных парогазовых облаков в незамкнутом пространстве (наружные установки) с большой массой горючих веществ долю участия во взрыве рекомендуется принимать равной 0,1. В отдельных обоснованных случаях доля участия веществ во взрыве может быть снижена, но не менее чем до 0,02.

Приложение 4  
к Правилам по обеспечению  
промышленной безопасности  
взрывоопасных химических  
производств и объектов

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСОВ ЗОН РАЗРУШЕНИЯ

На объектах, где хранятся или перерабатываются взрывоопасные вещества, наиболее опасным поражающим фактором является волна давления расширяющихся продуктов сгорания при различных режимах (детонация, дефлаграция) газо-, паро- или пылевоздушного облака. Взрывные волны характеризуются тем, что вызывают в атмосфере появление быстро движущегося сильно сжатого слоя воздуха, за которым следует слой разреженного воздуха. Взрывные волны по характеру нарастания давления во времени подразделяются на ударные волны и волны сжатия.

Для оценки последствий уровней разрушений зданий, сооружений и возможности повреждения людей применяются детерминированные и вероятностные критерии оценки поражающего действия волны давления.

Детерминированные критерии показывают значения параметров опасного фактора с условной вероятностью 1, если значение критерия (давление во фронте ударной волны) превышает допустимый уровень. Соответственно, если критерий не достигает допустимого уровня, вероятность воздействия опасного фактора принимается равной 0.

Вероятностные критерии показывают, какова условная вероятность поражения людей и разрушения или повреждения промышленных зданий.

В данной методике рассмотрены только детерминированные критерии оценки поражающих факторов, которые должны применяться при оценке опасности взрывоопасных объектов.

Основными структурными элементами алгоритма расчетов являются:

определение ожидаемого режима взрывного превращения топливно-воздушной смеси с учетом степени чувствительности горючего вещества и характеристики окружающего пространства;

определение массы горючего вещества, содержащегося в облаке;

определение эффективного энергозапаса топливно-воздушной смеси;

расчет максимального избыточного давления и импульса фазы сжатия воздушных ударных волн для различных режимов;

оценка поражающего воздействия взрыва топливно-воздушной смеси.

Исходными данными для расчета параметров ударных волн при взрыве облака топливно-воздушной смеси являются:

характеристики горючего вещества, содержащегося в облаке топливно-воздушной смеси;

агрегатное состояние топливно-воздушной смеси (газовая или гетерогенная);

средняя концентрация горючего вещества в смеси  $C_r$ ;

стехиометрическая концентрация горючего газа с воздухом  $C_{ст}$ ;

масса горючего вещества, содержащегося в облаке  $M_r$ , с концентрацией в пределах взрываемости;

удельная теплота сгорания горючего вещества  $q_r$ ;

информация об окружающем пространстве.

Используемые в приложении обозначения:

$C_0$  - скорость звука в воздухе, м/с (обычно принимается равной 340 м/с);

$C_r$  - концентрация горючего вещества в облаке топливно-воздушной смеси, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{ст}$  - стехиометрическая концентрация вещества в смеси с воздухом, кг/м<sup>3</sup>;

$E$  - эффективный энергозапас топливно-воздушной смеси, Дж;

$I$  - импульс волны давления, Па·с;

$I_x$  - безразмерный импульс фазы сжатия;

$M_r$  - масса горючего вещества, содержащегося в облаке топливно-воздушной смеси, кг;

$\Delta P$  - избыточное давление, Па;

$P_0$  - атмосферное давление (принимается равным 101 325 Па);

$P_x$  - безразмерное давление;

$R$  - расстояние от центра облака топливно-воздушной смеси, м;

$R_x$  - безразмерное расстояние от центра облака топливно-воздушной смеси;

$V_f$  - скорость видимого фронта пламени, м/с;

$m$  - средняя масса человека, кг;

$q_f$  - удельная теплота сгорания газа, Дж/кг;

$\beta$  - корректировочный параметр, характеризующий фугасные свойства топливно-воздушной смеси;

$\sigma$  - степень расширения продуктов сгорания.

1. Определение массы горючего вещества в топливно-воздушной смеси.

Масса горючего вещества, содержащегося в облаке, определяется по методике согласно приложению 4.

2. Определение эффективного энергозапаса топливно-воздушной смеси.

Эффективный энергозапас горючей смеси определяется по соотношению:

$$E = M_r \cdot q_r \text{ при } C_r \leq C_{ст} \quad (1)$$

или

$$E = M_r \cdot q_r \cdot \frac{C_{ст}}{C_r} \text{ при } C_r > C_{ст} \quad (2)$$

При расчете параметров взрыва облака, лежащего на поверхности земли, величина эффективного энергозапаса удваивается. Для оценки объема газового облака топливно-воздушной смеси можно воспользоваться простым соотношением:

$$V = \frac{M_r}{C_{ст}} \quad (3)$$

Примечания:

1. Стехиометрическая концентрация горючего вещества в ТВС определяется из справочных данных или рассчитывается отдельно.
2. В случае, если определение концентрации горючего вещества в смеси затруднено, в качестве величины  $C_r$  в соотношении (1) принимается концентрация, соответствующая нижнему концентрационному пределу распространения пламени ГГ.

Теплота сгорания горючего газа  $q_r$  в топливно-воздушной смеси берется из справочных данных или оценивается по формуле:

$$q_r = 44 \cdot \beta \quad (4)$$



Корректировочный параметр  $\beta$  для наиболее распространенных в промышленном производстве опасных веществ определяется по таблице 1.

Таблица 1

**Корректировочный параметр  $\beta$  для наиболее распространенных в промышленном производстве опасных веществ**

Класс 1		Класс 2		Класс 3		Класс 4	
Особо чувствительные вещества (размер детонационной ячейки менее 2 см)		Чувствительные вещества (размер детонационной ячейки от 2 до 10 см)		Среднечувствительные вещества (размер детонационной ячейки от 10 до 40 см)		Слабочувствительные вещества (размер детонационной ячейки больше 40 см)	
Наименование	$\beta$	Наименование	$\beta$	Наименование	$\beta$	Наименование	$\beta$
Ацетилен	1,1	Акрилонитрил	0,67	Ацетальдегид	0,56	Аммиак	0,42
Винилацетилен	1,03	Акролеин	0,62	Ацетон	0,65	Бензол	0,88
Водород	2,73	Бутан	1,04	Бензин	1	Декан	1
Гидразин	0,44	Бутилен	1	Винилацетат	0,51	Дизтопливо	1
Изопропилнитрат	0,41	Бутадиен	1,1	Винилхлорид	0,42	о-дихлорбензол	0,42
Метилацетилен	1,05	1,3-пентадиен	1	Гексан	1	Додекан	1
Нитрометан	0,25	Пропан	1,05	Генераторный газ	0,38	Керосин	1
Окись пропилена	0,7	Пропилен	1,04	Изооктан	1	Метан	1,14
Окись этилена	0,62	Сероуглерод	0,32	Метиламин	0,7	Метилбензол	1
Этилнитрат		Этан	1,08	Метилацетат	0,53	Метилмеркаптан	0,53
		Этилен	1,07	Метилбутилкетон	0,79	Метилхлорид	0,12
		ШФЛУ	1	Метилпропилкетон	0,76	Нафталин	0,91
		Диметиловый эфир	0,66	Метилэтилкетон	0,71	Окись углерода	0,23
		Дивиниловый эфир	0,77	Октан	1	Фенол	0,92
		Метилбутиловый эфир	-	Пиридин	0,77	Хлорбензол	0,52
		Диэтиловый эфир	0,77	Сероводород	0,34	Этилбензол	0,90
		Диизопропиловый эфир	0,82	Метиловый спирт	0,52	Дихлорэтан	0,25
				Этиловый спирт	0,62	Трихлорэтан	0,14
				Пропиловый спирт	0,69		
				Амиловый спирт	-		
				Изобутиловый спирт	0,79		
				Изопропиловый спирт	0,69		
				Циклогексан	1		
				Этилформиат	0,46		
				Этилхлорид	0,43		
				Сжиженный природный газ	1		
				Кумол	0,84		
				Печной газ	0,09		
				Циклопропан	1		
				Этиламин	0,8		

### 3. Определение ожидаемого режима взрывного превращения топливно-воздушной смеси.

#### 3.1. Классификация горючих веществ по степени чувствительности.

Топливо-воздушные смеси, способные к образованию горючих смесей с воздухом, по своим взрывоопасным свойствам разделены на четыре класса.

Классификация горючих веществ приведена в таблице 1. В случае, если вещество отсутствует в таблице 1, его следует классифицировать по аналогии с имеющимися в таблице веществами, а при отсутствии информации о свойствах данного вещества следует относить его к классу 1, то есть рассматривать как наиболее опасный случай.

#### 3.2. Классификация окружающей территории.

В связи с тем, что характер окружающего пространства в значительной степени определяет скорость взрывного превращения облака ТВС и, следовательно, параметры ударной волны, геометрические характеристики окружающего пространства разделены на виды в соответствии со степенью его загроможденности.

Вид 1 - Пространства с наличием длинных труб, полостей, каверн, заполненных горючей смесью, при сгорании которой возможно ожидать формирование турбулентных струй продуктов сгорания с размером не менее трех размеров детонационной ячейки данной смеси. Если размер детонационной ячейки для данной смеси неизвестен, то минимальный характерный размер турбулентных струй принимается равным 5 см для веществ класса 1; 20 см - для веществ класса 2; 50 см - для веществ класса 3 и 150 см - для веществ класса 4.

Вид 2 - Сильно загроможденное пространство: наличие полузамкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, лес, большое количество повторяющихся препятствий.

Вид 3 - Средне загроможденное пространство: отдельно стоящие технологические установки, резервуарный парк.

Вид 4 - Слабо загроможденное и свободное пространство.

#### 3.3. Классификация ожидаемого режима взрывного превращения.

Известны два основных режима протекания быстропотекающих процессов - детонация и дефлаграция. Для оценки параметров действия взрыва возможные режимы взрывного превращения топливно-воздушной смеси разбиты на шесть диапазонов по скоростям их распространения, причем пять из них приходятся на процессы дефлаграционного горения топливно-воздушной смеси, поскольку характеристики процесса горения со скоростями фронта, меньшими 500 м/с, имеют существенные качественные различия.

Ожидаемый диапазон скорости взрывного превращения определяется по таблице 2 в зависимости от класса горючего вещества и вида окружающего пространства.

Таблица 2

#### **Ожидаемый диапазон скорости взрывного превращения**

Класс горючего вещества	Вид окружающего пространства			
	1	2	3	4
	Ожидаемый диапазон скорости взрывного превращения			
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	6

Классификация режимов взрывного превращения топливно-воздушной смеси по диапазонам скоростей.

Диапазон 1. Детонация или горение со скоростью фронта пламени 500 м/с и больше.

Диапазон 2. Дефлаграция, скорость фронта пламени 300 - 500 м/с.

Диапазон 3. Дефлаграция, скорость фронта пламени 200 - 300 м/с.

Диапазон 4. Дефлаграция, скорость фронта пламени 150 - 200 м/с.

Диапазон 5. Дефлаграция, скорость фронта пламени определяется соотношением:

$$V_r = 43 \cdot M_r^{1/6} \quad (5)$$

Диапазон 6. Дефлаграция, скорость фронта пламени определяется соотношением:

$$V_r = 26 \cdot M_r^{1/6} \quad (6)$$

#### 3.4. Оценка агрегатного состояния топливно-воздушной смеси.

Для дальнейших расчетов необходимо оценить агрегатное состояние топлива смеси. Допустим, что смесь гетерогенная (газ + жидкость), если более 50% топлива содержится в облаке в виде капель, в противном случае топливно-воздушная смесь считается газовой. Провести такие оценки можно исходя из величины давления насыщенных паров топлива при данной температуре и времени формирования облака.

Для летучих веществ, таких как пропан, при температуре плюс 20 °С смесь можно считать газовой, а для веществ с низким давлением насыщенного пара (например, разбрызгивание дизтоплива при плюс 20 °С) расчеты проводятся в предположении гетерогенной топливно-воздушной смеси.

#### 4. Расчет параметров ударных волн при детонационных взрывах.

Данный расчет является ориентировочным и может применяться при выборе основных направлений организационно-технических мероприятий по защите персонала от травмирования, а зданий и сооружений от разрушений при взрывах парогазовых сред и конденсированных взрывчатых веществ. Данная методика основана на принципе подобия ударных волн на тождественно равных приведенных расстояниях для двух зарядов одного и того же вещества, но имеющего разные размеры. Данный принцип основан на анализе реальных разрушений кирпичных зданий, пострадавших при взрывах бомб. На основании этого анализа была выведена формула, устанавливающая зависимость расстояния от центра взрыва до объекта с соответствующим уровнем разрушения от массы заряда взрывчатого вещества (тротила).

Ударные волны возникают при детонационных взрывах взрывчатых веществ (тротил, гексоген, октоген и прочего), газопаровоздушных смесей и при взрывах сосудов, работающих под давлением. Скорость распространения давления ударной волны значительно превышает скорость звука в воздухе и от начала до конца взрыва постоянна.

Воздействие взрывных волн на сооружения относится к случаю особых динамических нагрузок. Для общей классификации зон разрушений зданий и сооружений в случаях, когда отсутствуют конкретные технические характеристики объектов, могут использоваться данные, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

#### **Воздействие взрывных волн на сооружения**

Класс зоны разрушения	Характеристика повреждения здания	$\Delta P$ , кПа
1	Полное разрушение	$\geq 100$
2	Сильные разрушения	70
3	Средние разрушения	28
4	Слабые разрушения	14
5	Малые разрушения	$\leq 2$

4.1. При взрыве газопаровоздушных смесей в режиме детонации различают 2 зоны:

1 зона - зона действия детонационной волны в пределах облака газопаровоздушной смеси.

2 зона - зона действия ударной волны за пределами облака газопаровоздушной смеси. В 1 зоне избыточное давление во фронте ударной волны принимается постоянным, равным 1,7 МПа. Параметры взрыва за пределами облака зависят от расстояния до центра и состава газопаровоздушной смеси.

Начальный радиус облака при утечке горючих газов в открытых пространствах может быть определен по формуле:

$$R_{\text{НКПР}} = 14,5632 \cdot \left( \frac{m_{\text{г}}}{\rho_{\text{г}} \cdot C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,333}, \quad (7)$$

где  $m_i$  - масса горючего газа, поступившая в аварийной ситуации в открытое пространство, кг;

$\rho_{г}$  - плотность газа при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{н\kappa\pi\rho}$  - нижний концентрационный предел распространения пламени, % об.

Для паров ненагретых ЛВЖ начальный радиус облака при утечке в открытых пространствах может быть определен по формуле:

$$R_{\text{HKПР}} = 3,1501 \cdot \sqrt{\frac{T}{3600} \cdot \left(\frac{P_{\text{H}}}{C_{\text{HKПР}}}\right)^{0,813} \left(\frac{m_{\text{П}}}{\rho_{\text{П}} \cdot C_{\text{HKПР}}}\right)^{0,333}}, \quad (8)$$



где  $m_i$  - масса паров ЛВЖ, поступившая в аварийной ситуации в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600, кг;

$\rho_p$  - плотность паров при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{нкпг}$  - нижний концентрационный предел распространения пламени, % об;

$T$  - продолжительность поступления паров ЛВЖ в открытое пространство, с.

Для закрытых пространств (помещения) размер облака может быть принят равным минимальному габаритному размеру помещения (ширине помещения).

4.2. Радиус зоны разрушения (м) в общем виде для зоны 2 (за пределами облака) определяется выражением:

$$R = K \cdot \frac{\sqrt[3]{W_T}}{\left[1 + \left(\frac{3180}{W_T}\right)^2\right]^{1/6}}, \quad (9)$$

или при  $m_t > 5000$  кг:

$$R_0 = \sqrt[3]{W_T}, \quad (10)$$

где  $K$  - безразмерный коэффициент, характеризующий воздействие ударной волны на объект, который принимается согласно таблице 4;

$W_T$  - тротиловый эквивалент взрыва.

Таблица 4

**Класс зоны разрушения в зависимости от характеристики повреждения здания**

Класс зоны разрушения	Характеристика повреждения здания	$K$
1	Полное разрушение	3,8
2	Сильные разрушения	5,6
3	Средние разрушения	9,6
4	Слабые разрушения	28
5	Малые разрушения	56

Примечания:

1. Соответствующие границам зон разрушения давления во фронте ударной волны приведены в таблице 3.
2. Для определения радиуса смертельного поражения человека принимается коэффициент  $K = 3,8$ .
3. Размер зон разрушения принимается от центра газопаровоздушного облака.

Тротиловый эквивалент взрыва для парогазовых сред определяется по следующей формуле:

$$W_T = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{q}{q_T} \cdot m'_a, \quad (11)$$

где  $m_a^i$  - масса паров, участвующих во взрыве, кг;

$q$  - удельная теплота сгорания парогазовой среды, кДж/кг;

$q_T$  - удельная энергия взрыва ТНТ, которая принимается равной 4520 кДж/кг.

Для конденсированных взрывчатых веществ тротиловый эквивалент определяется по следующей формуле:

$$W_T = \frac{q_K}{q_T} \cdot W_K, \quad (12)$$

где  $W_K$  - масса конденсированных ВВ, кг;

$q_K$  - удельная энергия взрыва конденсированных ВВ, Дж/кг.

4.3. Для вычисления параметров воздушной ударной волны на заданном расстоянии  $R$  от центра облака при детонации облака топливно-воздушной смеси предварительно рассчитывается соответствующее безразмерное расстояние по соотношению:

$$R_X = \frac{R}{(E / P_0)^{1/3}} \quad (13)$$

Примечание. Все соотношения также могут быть записаны в функциях аргумента  $\lambda = \frac{100 \cdot R}{E^{1/3}}$ . При принятых допущениях между  $R_x$  и  $I$  существует простая связь:  $I = 2,15 \cdot R_x$ .

Далее рассчитываются безразмерное давление  $P_x$  и безразмерный импульс фазы сжатия  $I_x$ .

В случае детонации облака газовой топливно-воздушной смеси (далее - ТВС) расчет производится по следующим формулам:

$$\ln(P_x) = 1,1 \cdot (-1,124 - 1,66 \cdot \ln(R_x) + 0,26 \cdot (\ln(R_x))^2), \quad (14)$$

$$\ln(I_x) = 1,15 \cdot (-3,4217 - 0,898 \cdot \ln(R_x) - 0,009 \cdot (\ln(R_x))^2) \quad (15)$$

Зависимости (14) и (15) справедливы для значений  $0,2 \leq R_x \leq 24$ . В случае  $R_x < 0,2$  величина  $P_x$  полагается равной 18, а в выражение (В.15) подставляется значение  $R_x = 0,142$ .

В случае детонации облака гетерогенной ТВС расчет производится по следующим формулам:

$$P_x = 1,1 \cdot (0,125 / R + 0,137 / R^2 + 0,023 / R^3) \quad (16)$$

$$I_x = 1,15 \cdot (0,022 / R_x) \quad (17)$$

Зависимости (16) и (17) справедливы для значений  $R_x$  больше 0,25. В случае если  $R_x < 0,25$ , величина  $P_x$  принимается равной 18, а величина  $I_x = 0,16$ .

Найденные для реальных конкретных объектов значения радиусов зон R при соответствующем обосновании могут уточняться в зависимости от:

принципиальной возможности взрывов в технологической аппаратуре, быстротечности парообразования и формирования взрывоопасного облака, в том числе плотности (по отношению к плотности воздуха) и других физико-химических характеристик горючих парогазовых сред;

характера и устойчивости технологических процессов, надежности и быстродействия средств контроля, регулирования опасных параметров и противоаварийной защиты;

надежности, прочностных характеристик и герметичности применяемой аппаратуры, оборудования, трубопроводов и арматуры, а также средств локализации и предохранительных устройств;

взаимного расположения зданий и сооружений, технологических установок, определяющих эффективность проветривания и возможность рассеивания выбрасываемых в атмосферу парогазовых взрывоопасных сред;

преимущественного направления ветра, рельефа местности на территории предприятия и прилегающей к этой территории зоне, исключающих скопление взрывоопасных продуктов;

применяемых ограждающих конструкций, водяных завес и других средств, ограничивающих распространение взрывоопасного парогазового облака;

расположения в зоне возможной загазованности взрывоопасными продуктами постоянных или возникновения случайных источников зажигания;

отечественного и зарубежного опыта эксплуатации аналогичных технологических систем (процессов) и других факторов.

#### 5. Расчет параметров воздушных волн сжатия при дефлаграционных взрывах.

Волны сжатия возникают при дефлаграционных взрывах газопаровоздушных смесей, отличительной особенностью которых является дозвуковая скорость распространения пламени. Скорость распространения пламени при дефлаграции сначала возрастает, затем некоторое время остается постоянной, после чего убывает. Дефлаграционное горение газопаровоздушных смесей может переходить в режим детонации в следующих случаях:

если инициирование осуществляется детонатором в виде взрывчатого вещества, имеющего определенную критическую массу;

если воспламенение происходит у закрытого конца канала, имеющего большую протяженность (более 60 диаметров) и открытый противоположный конец;

предварительное перемешивание горючего и окислителя.

В случае дефлаграционного взрывного превращения облака ТВС к параметрам, влияющим на величины избыточного давления и импульса положительной фазы, добавляются скорость видимого фронта пламени  $V_f$  и степень расширения продуктов сгорания  $\sigma$ . Для газовых смесей принимается  $\sigma = 7$ , для гетерогенных -  $\sigma = 4$ . Для расчета параметров ударной волны при дефлаграции гетерогенных облаков величина эффективного энергозапаса смеси умножается на коэффициент  $\frac{\sigma - 1}{\sigma}$ .

Безразмерные давление  $P_{x1}$  и импульс фазы сжатия  $I_{x1}$  определяются по соотношениям:

$$P_{x1} = \frac{V_r^2}{C_0^2} \cdot \frac{\sigma - 1}{\sigma} \cdot \left( \frac{0,83}{R_x} - \frac{0,14}{R_x^2} \right) \quad (18)$$

$$I_{x1} = \frac{V_r}{C_0} \cdot \frac{\sigma - 1}{\sigma} \cdot (1 - 0,4 \cdot \frac{V_r}{C_0} \cdot \frac{\sigma - 1}{\sigma}) \cdot \left( \frac{0,06}{R_x} + \frac{0,01}{R_x^2} - \frac{0,0025}{R_x^3} \right) \quad (19)$$

Последние два выражения справедливы для значений  $R_x$ , больших величины 0,34, в противном случае вместо  $R_x$  в соотношения (18) и (19) подставляется величина 0,34.

Далее вычисляются величины  $P_{x2}$  и  $I_{x2}$ , которые соответствуют режиму детонации и для случая детонации газовой смеси рассчитываются по соотношениям (14), (15), а для детонации гетерогенной смеси - по соотношениям (16), (17).

Окончательные значения  $P_x$  и  $I_x$  выбираются из следующего условия:

$$P_x = \min(P_{x1}, P_{x2}); I_x = \min(I_{x1}, I_{x2}) \quad (20)$$

После определения безразмерных величин давления и импульса фазы сжатия вычисляются размерные величины, соответствующие им:

$$\Delta P = P_x \cdot P_0 \quad (21)$$

$$I = I_x \cdot P_0^{2/3} \cdot \frac{E^{1/3}}{C_0} \quad (22)$$

## 6. Оценка радиусов зон поражения.

Критерии по степени разрушений зданий и сооружений, учитывающие тип и виды объектов, приведены в таблице 5.

Таблица 5

Критерии по степени разрушений зданий и сооружений

Элемент объекта	Разрушение при избыточном давлении на фронте ударной волны, кПа			
	слабое	среднее	сильное	полное
Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25 - 50 т	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 70
То же, с крановым оборудованием грузоподъемностью 60 - 100 т	20 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 80
Бетонные и железобетонные здания и здания антисейсмической конструкции	25 - 35	80 - 120	150 - 200	200
Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкцией	10 - 20	20 - 30	30 - 50	50 - 70
Промышленные здания с металлическим и бетонным заполнением с площадью остекления около 30%	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
Промышленные здания с металлическим каркасом и сплошным хрупким заполнением стен и крыши	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
Многоэтажные железобетонные здания с большой площадью остекления	8 - 20	20 - 40	40 - 90	90 - 100
Здания из сборного железобетона	10 - 20	20 - 30	-	30 - 60
Одноэтажные здания с металлическим каркасом и стеновым заполнением из волнистой стали	5 - 7	7 - 10	10 - 15	15
То же, с крышей и стеновым заполнением из волнистой стали	7 - 10	10 - 15	15 - 25	25 - 30
Кирпичные бескаркасные производственно-вспомогательные здания с	10 - 20	20 - 35	35 - 45	45 - 60



перекрытием (покрытием) из железобетонных сборных элементов одно- и многоэтажные				
Кирпичные бескаркасные производственно-вспомогательные здания с перекрытием (покрытием) из деревянных элементов одно- и многоэтажные	8 - 15	15 - 25	25 - 35	35
Здания трансформаторной подстанции из кирпича или блоков	10 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 80
Складские кирпичные здания	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50
Легкие склады-навесы с металлическим каркасом и шиферной кровлей	10 - 25	25 - 35	35 - 50	50
Склады-навесы из железобетонных элементов	20 - 35	35 - 70	80 - 100	100
Административные многоэтажные здания с металлическим или железобетонным каркасом	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60
Кирпичные малоэтажные здания (один-два этажа)	8 - 15	15 - 25	25 - 35	35 - 45
Кирпичные многоэтажные здания (три этажа и более)	8 - 12	12 - 20	20 - 30	30 - 40
Остекление зданий обычное	0,5 - 1	1 - 1,5	1,5 - 3	-
Остекление зданий из армированного стекла	1 - 1,5	1,5 - 2	2 - 5	-
Газгольдеры	15 - 20	20 - 30	30 - 40	40
Подземные металлические и железобетонные резервуары	20 - 50	50 - 100	100 - 200	200
Частично заглубленные резервуары	40 - 50	50 - 80	80 - 100	100
Наземные металлические резервуары и емкости	30 - 40	40 - 70	70 - 90	90
Открыто расположенное оборудование артезианских скважин	70 - 110	110 - 130	130 - 170	170
Водонапорные башни	10 - 20	20 - 40	40 - 60	60