ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНСТВО
(РОСКОСМОС)

СВОД ПРАВИЛ СП 162.1330610.2014

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ, ХРАНЕНИИ, ТРАНСПОРТИРОВАНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЖИДКОГО ВОДОРОДА

Издание официальное

г. Москва
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН организациями: ФКП «НИЦ РКП», ОАО «Криогенмаш», Центр промышленной безопасности охраны труда и обеспечения КРТ ФГУП «ЦЭНКИ», ОАО «ИПРОМАШПРОМ», ФГУП РНЦ «Прикладная химия», филиал ФГУП «ЦЭНКИ» - НИИСК, ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ, ОИВТ РАН, Испытательный комплекс ОАО КБХА, ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша», ЦКБ ОАО «ТУПОЛЕВ».

2 ВНЕСЕН Федеральным казенным предприятием «Научно-испытательный центр ракетно-космической промышленности»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом № 299 от 24 декабря 2014 г.

4. Введен впервые

По основным положениям и требованиям данный «Свод правил…» гармонизирован:

- с международными стандартами ISO:

ISO 13984: Liquid Hydrogen - Land Vehicle Fueling System Interface.

ISO 14687: Hydrogen Fuel - Product Specification.

ISO/CD 13985: Liquid Hydrogen - Land Vehicle Fuel Tanks.

ISO/WD 13986: Tank Containers for Multimodal Transportation of Liquid Hydrogen.

ISO/WD 15594: Airport Hydrogen Fueling Facility.

ISO/WD 15866: Gaseous Hydrogen Blends and Hydrogen Fuel -Service Stations.

ISO/WD 15869: Gaseous Hydrogen and Hydrogen Blends - Land Vehicle Fuel Tanks.

ISO/WD 15916: Basic Requirements for the Safety of Hydrogen Systems.

ISO/AWI 17268: Gaseous Hydrogen - Land Vehicle Fueling Connectors.

- с международными стандартами «Европейской ассоциации промышленных газов»:

IGC 06/02/E «Безопасность при хранении, обращении и распространении жидкого водорода».

IGC 100/03/E «Водородные транспортные емкости и сосуды».

IGC 122/04/E «Воздействие водородных установок на окружающую среду».

IGC 121/04/E «Трубопроводы для транспортировки водорода».

Информация об изменениях к настоящему Своду правил публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок - в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего Свода правил соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет (gost.ru).

Настоящий Свод правил не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения разработчика - Федерального космического агентства.

Содержание

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 3

3 Термины и определения. 6

4 Обозначения и сокращения 11

5 Основные физические, химические, биологические свойства водорода 13

6 Классификация объектов 16

6.1 Классификация установок жидкого водорода 16

6.2 Классификация хранилищ жидкого водорода 16

6.3 Определение площадок (станций) наполнения и сливо-наливных (приемных) устройств жидкого водорода 17

6.4 Классификация водородных испытательных комплексов изделий РКТ 17

6.5 Состав водородных заправочных комплексов наземной космической инфраструктуры стартовых и испытательных комплексов 18

6.6 Классификация объектов и сооружений по степени пожаро- и взрывоопасности и санитарной характеристике 19

7 Территория, здания и сооружения 23

7.1 Генеральный план 23

7.2 Конструкция зданий и сооружений 32

7.3 Санитарно-техническая часть 40

7.4 Требования к вспомогательным зданиям и помещениям 47

8 Электротехническая часть 48

8.1 Требования к электрооборудованию 48

8.2 Электроосвещение 52

8.3 Прием в эксплуатацию и эксплуатация электрооборудования 54

9 Требования к проектированию и монтажу оборудования 54

9.1 Общие требования к проектированию 54

9.2 Требования к расположению технологического оборудования и рабочих мест при производстве водорода 55

9.3 Общие требования к аппаратам и предохранительным устройствам производства водорода 60

9.4 Требования к компрессорам 62

9.5 Требования к резервуарам и цистернам для жидкого водорода 65
9.6 Требования к системам и оборудованию испытательных комплексов 68
9.7 Требования к космическим заправочным комплексам 69
9.8 Требования к трубопроводам 69
9.9 Требования к трубопроводной арматуре 73
9.10 Газосброс водорода и газосбросные устройства 74
9.11 Требования к тепловой изоляции 84
9.12 Требования к защите от коррозии и окраске 85
9.13 Требования к ограждающим устройствам 85
9.14 Монтаж и прием в эксплуатацию оборудования и трубопроводов 86
9.15 Требования к газгольдерам 91
10 Контрольно-измерительные приборы, автоматика, производственная сигнализация и связь. Системы противоаварийной автоматической защиты 91
10.1 Общие требования 91
10.2 Требования к устройству и расположению помещений КИП и А 93
10.3 Требования к контролю и автоматизации технологических процессов при производстве и применении водорода 95
10.4 Требования к системам сигнализации испытательных станций и стартовых комплексов 96
11 Эксплуатация и ремонт оборудования и трубопроводов 97
11.1 Общие требования 97
11.2 Испытания на герметичность 102
11.3 Требования безопасности при эксплуатации агрегатов ожижения водорода 105
11.4 Требования безопасности при эксплуатации резервуаров для жидкого водорода 106
11.5 Дополнительные требования безопасности при эксплуатации трубопроводов жидкого водорода 107
11.6 Требования безопасности при эксплуатации испытательных комплексов 107
11.7 Ремонт и очистка оборудования 108
12 Транспортирование жидкого водорода 115

13 Консервация и ликвидация комплексов жидкого водорода 116

14 Требования пожарной безопасности производств, хранилищ, испытательных и стартовых комплексов. Организация пожарной безопасности 117

14.1 Общие положения 117

14.2 Первичные средства пожаротушения 119

14.3 Системы пожарной сигнализации и оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре 122

14.4 Автоматические установки газового пожаротушения 124

15 Газоспасательная служба 128

16 Охрана труда 129

17 Охрана окружающей среды 130

18 Индивидуальные средства защиты 131

19 Допуск к работе, инструктаж и обучение рабочих и инженерно-технических работников 133

Приложение А (обязательное) Методика расчета безопасных расстояний при сооружении хранилищ жидкого водорода 136

Приложение Б (обязательное) Методика расчета безопасных расстояний при сооружении стендовых комплексов 142

Приложение В (рекомендуемое) Требования к конструкционным материалам 147

Приложение Г (обязательное) Газгольдеры низкого давления и переменного объема 149

Приложение Д (рекомендуемое) Рекомендации по защите от проявлений статического электричества 157

Приложение Е (рекомендуемое) Особенности и проблемы взрывопожароопасности инфраструктуры обеспечения жидким водородом аэродромных комплексов 160

Библиография 164

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий нормативный документ «Свод правил. Требования безопасности при производстве, хранении, транспортировании и использовании жидкого водорода» (далее по тексту Свод правил) разработан в соответствии с Федеральным законом от 27.12.2012 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федеральным законом от 08.06.2012 № 65-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании», Федеральным законом от 22 июля 2008 №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и Постановлением Правительства Российской Федерации № 858 от 19.11.2008 «О порядке разработки и утверждения сводов правил».

Накопленный в последние десятилетия отечественный и мировой опыт создания и эксплуатации водородных криогенных комплексов, инфраструктуры снабжения потребителей, в том числе в ракетно-космической отрасли, авиации и других отраслях был учтен при разработке Свода правил.

Свод правил разработан в соответствии с требованиями законодательства РФ в области обеспечения промышленной безопасности, охраны труда, пожарной безопасности и других нормативных документов.

СВОД ПРАВИЛ

ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ, ХРАНЕНИИ, ТРАНСПОРТИРОВАНИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЖИДКОГО ВОДОРОДА

Дата введения – 2015-03-01

1 Область применения

Свод правил распространяется на все организации и предприятия независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, осуществляющих свою деятельность, связанную с получением, хранением, транспортированием и применением жидкого водорода и устанавливает требования безопасности, а так же содержит дополнительные требования, обусловленные специфическими особенностями водородной криогенной техники.

С введением Свода правил организации и предприятия, пользующиеся нормативными документами, касающимися требований взрывопожаробезопасности при работе с жидким водородом, могут руководствоваться требованиями, изложенными в настоящем документе.

Свод правил устанавливает требования по безопасности к разработке, устройству и эксплуатации криогенных систем ожижения, хранения, транспортирования и использования жидкого водорода в наземной инфраструктуре космических и аэродромных заправочных комплексов, испытательных комплексов и других систем потребителей, обеспечению пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

Настоящий Свод правил распространяется на проектирование, строительство, монтаж, приемку, эксплуатацию, расширение, реконструкцию, техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию:

- производств, цехов, отделений и опытно-промышленных установок получения жидкого водорода, указанных в разделе 6, кроме лабораторных установок, работающих периодически с производительностью менее 5 кг/ч;

- долговременных, базисных и расходных хранилищ жидкого водорода;

- площадок (станций) наполнения жидкого водорода и сливо-наливных (приемных) устройств;

- испытательных комплексов, лабораторий и отдельных сооружений, в которых производятся огневые и холодные испытания изделий, узлов и агрегатов, связанных с применением жидкого и газообразного водорода давлением до 42 МПа (420 кгс/см^2);

- заправочных комплексов ракетно-космической техники;

- средств транспортирования.

При проектировании, монтаже и эксплуатации объектов, указанных выше, следует руководствоваться действующими государственными нормативными документами и правилами, нормами отдельных министерств и ведомств, перечисленными в настоящем Своде правил.

Настоящий Свод правил уточняет и дополняет указанные нормы и правила по отдельным специальным вопросам.

Свод правил распространяется на все вновь создаваемые производства, установки, хранилища, заправочные станции, испытательные и стартовые комплексы, а также на вновь разрабатываемые проекты реконструкции действующих производств и объектов.

Нормативный документ не распространяется на стендовые и модельные установки по получению и использованию жидкого водорода, создаваемые в научно-исследовательских институтах и заводских лабораториях, у которых произведение емкости в литрах (объем менее 25 литров) на рабочее давление в избыточных атмосферах каждого аппарата не превышает 200 единиц, при условии одновременного нахождения на стенде не более 5 кг жидкого водорода.

Отступления от настоящего Свода правил, имеющиеся на действующих, проектируемых, находящихся на стадиях изготовления или монтажа предприятиях, производственных установках, хранилищах, испытательных комплексах и т.д. должны быть рассмотрены специальной комиссией предприятия для принятия решения по дальнейшей их эксплуатации и проведению мероприятий по обеспечению безопасности рабочих процессов.

Разрешение на эксплуатацию действующих испытательных комплексов с отступлениями от требований Свода правил разрабатывается руководством эксплуатирующей организации с привлечением специализированных научно-исследовательских и проектных организаций (при необходимости). В разрешении в обязательном порядке должны быть определены организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасной эксплуатации испытательных комплексов, сроки приведения имеющихся отступлений в соответствии с требованиями настоящего Свода правил. Указанное решение должно быть утверждено руководством вышестоящей организации в установленном порядке.

Изменения настоящего Свода правил и дополнения к нему могут быть проведены с разрешения утверждающей организации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем Своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005-2005 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.2.085-2002 Межгосударственный стандарт. Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности

ГОСТ 15.005-86 Межгосударственный стандарт. Система разработки и постановки продукции на производство. Создание изделий единичного и мелкосерийного производства, собираемых на месте эксплуатации

ГОСТ 17.4.2.01-81 Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния

ГОСТ 9293-74 Азот газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 14202-2001 Трубопроводы промышленных предприятий. Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки

ГОСТ 17433-80 Промышленная чистота. Сжатый воздух. Классы загрязненности

ГОСТ 19755-84 Прокладки уплотнительные металлические конические для закрытых затворов соединений. Технические условия

ГОСТ 23866-87 Клапаны регулирующие, односедельные, двухседельные и клеточные. Основные параметры

ГОСТ Р 8.563-2011 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля

ГОСТ Р 51017-2009 Техника пожарная. Огнетушители передвижные. Общие технические требования. Методы испытаний

ГОСТ Р 52630-2012 Сосуды стальные сварные. Общие технические требования

ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 54808-2011 Арматура трубопроводная. Нормы герметичности затворов

ГОСТ ИСО 8601-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Представление дат и времени. Общие требования

СП 1.1.2193-07 Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий

СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы

СП 2.1.7.1386-03 Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления

СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий

СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту

СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности

СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям

СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования

СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности

СП 9.13130.2009 Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации

СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

СП 29.13330.2011 Полы

СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий

СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения

СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения

СП 34.13330 Автомобильные дороги

СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение

СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование

СП 119.13330.2012 Железные дороги колеи 1520 мм

СА 03-003-07 Расчеты на прочность и вибрацию стальных технологических трубопроводов

Примечание - При пользовании настоящим Сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех, внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего Сводаправил в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем Своде правил применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 авария: Опасная техногенная ситуация, создающая угрозу жизни и здоровью людей, приводящая к разрушению или повреждению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде.

3.2 аэродром: Главный элемент аэропорта, специально подготовленный земельный участок, имеющий комплекс сооружений и оборудования, обеспечивающих полёты, хранение и обслуживание самолётов.

3.3 аэродромный заправочный комплекс: Сооружения и оборудование, предназначенные для накопления и хранения жидкого водорода, предполётной подготовки самолёта, заправки его жидким водородом от передвижных средств или централизованной системы, приёма жидкого водорода при сливе из баков и обработки баков после слива.

3.4 базовые расходно-накопительные хранилища жидкого водорода: Склады жидкого водорода на выбранном транспортном направлении схемы обеспечения потребителей.

3.5 бездренажное хранение: Технологическая операция, связанная с хранением в резервуаре криогенной жидкости без сброса паров в атмосферу.

3.6 безопасность: Защищенность людей, окружающей среды и материальных ценностей от последствий несчастных случаев, аварий и катастроф на промышленных объектах.

3.7 взрыв: Быстропротекающий процесс физических и химических превращений веществ, сопровождающийся выделением значительного количества энергии, способный привести к разрушениям и человеческим жертвам.

3.8 взрывопожароопасность: Совокупность свойств веществ и материалов, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения и взрыва.

3.9 время срабатывания: Время закрытия (или открытия) исполнительного механизма (клапана) при выполнении технологических операций.

3.10 газоопасные работы: Работы, выполняемые в загазованной среде, или при которых возможен выход газа в атмосферу рабочей зоны.

3.11 газосбросной трубопровод: Трубопровод для сброса газообразного водорода, паров жидкого водорода и продувочных газов в атмосферу без флегматизации и с флегматизацией инертным газом.

3.12 заправочный водородный комплекс наземной космической инфраструктуры: Комплекс сооружений и оборудования, предназначенный для накопления и хранения жидкого водорода, предстартовой подготовки баков ракетносителей, разгонных блоков и других летательных аппаратов, заправки их жидким водородом и подачи в них газообразного водорода, обеспечения теплового режима водородных баков в процессе стартовой стоянки, приема жидкого водорода при сливе из баков и обработки баков после слива.

3.13 заправочная площадка: Часть территории, предназначенная для заправки цистерн и резервуаров жидким водородом.

3.14 заправочная станция жидкого водорода: Стационарный или передвижной заправочный комплекс с наземным или заглубленным расположением резервуара(ов) с жидким водородом, имеющая в своем составе необходимое оборудование для заправки цистерн и резервуаров.

3.15 защита: Особенности конструкции, обеспечивающие сохранение безопасных условий в случае аварии, неисправности управляющих устройств или отключения электропитания.

3.16 испаритель: Аппарат для газификации криогенных продуктов.

3.17 испытательный комплекс: Комплекс сооружений, предназначенных для испытаний и отработки отдельных узлов, агрегатов или изделий в целом.

3.18 комплекс жидкого водорода: Производственный комплекс, включающий установку ожижения водорода, систему хранения, выдачи и газификации жидкого водорода, а также площадку наполнения сосудов (резервуаров) жидким водородом.

3.19 криогенный резервуар: Резервуар с тепловой изоляцией, предназначенный для накопления, хранения, транспортировки и выдачи криогенных продуктов потребителю.

3.20 криогенный насос: Насос, обеспечивающий перекачивание криогенных продуктов.

3.21 наземный резервуар: Резервуар, у которого нижняя образующая находится на одном уровне или выше планировочной отметки, прилегающей территории.

3.22 наружная установка: Установка, расположенная на открытом пространстве, без ограждающих строительных конструкций, перекрытий и незащищенная от атмосферных осадков.

3.23 нормативное регулирование: Установление уполномоченными государственными органами обязательных для исполнения требований.

3.24 обваловка (поддон): Сооружение, ограничивающее растекание жидкого водорода при аварийном проливе из резервуара хранилища.

3.25 опасность: Потенциальная возможность возникновения процессов или

явлений, способных вызвать поражение людей, наносить материальный ущерб и разрушительно воздействовать на окружающую среду.

3.26 опасный груз: Вещество (изделие), которое допускается к перевозке только с соблюдением предписанных условий и обладающее свойствами, проявление которых в транспортном процессе может привести к гибели, травме, заболеванию людей, а также к взрыву, пожару, повреждению сооружений и транспортных средств.

3.27 площадка слива-налива: Специальная площадка на территории для размещения транспортного заправщика при наливе (сливе) жидкого водорода.

3.28 подземный резервуар: Резервуар, у которого верхняя образующая находится ниже нулевой отметки площадки.

3.29 пожар: Неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб государству и обществу и опасность жизни и здоровью людей.

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

3.31 пожарная безопасность объекта защиты: Состояние объекта защиты, характеризуемое возможностью предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара.

3.32 предельно допустимые значения параметров: Значения параметра или нескольких параметров (по составу материальных сред, давлению, температуре, скорости движения, времени пребывания в зоне с заданным режимом, соотношению смешиваемых компонентов, разделению смеси и т.д.), превышение которых может привести к нарушению процессов, при которых возможно возникновение нештатных ситуаций, взрыва в технологической системе, разгерметизации технологической аппаратуры и выброс рабочих сред в атмосферу.

3.33 промышленная безопасность: Соответствие промышленного объекта, предъявляемым к нему требованиям безопасности, изложенным в проектной документации, правилах, стандартах и других нормативно-технических документах.

3.34 противоаварийная защита: Комплекс мер и устройств, препятствующих возникновению и развитию аварии.

3.35 размер зоны: Площадь территории (гектар, $м^2$ и т.п.), на которой расположен технический объект.

3.36 расчетная испаряемость: количество криогенной жидкости в кг, которое может испариться в течение часа под действием тепла, подводимого к жидкости при заданных параметрах окружающей среды.

3.37 регламентированное значение параметров технологической среды: Совокупность, установленных значений параметров рабочей среды, характеризующих ее состояние, при которых технологический процесс осуществляется в соответствии с утвержденным регламентом с обеспечением его назначения и безопасности.

3.38 свеча: Устройство для сброса в атмосферу или сжигания продувочного или сбросного газа.

3.39 сигнализация: Устройство, обеспечивающее подачу звукового и/или светового сигнала при достижении, контролируемым параметром, предельно допустимого значения, а также при начале и окончании проведения опасных работ.

3.40 система аварийной защиты: Комплекс технических средств, которые при достижении опасных параметров, отключают потенциальные источники аварийной ситуации.

3.41 система пожарной безопасности: Комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на предотвращение пожара и ущерба от него.

3.42 сливная колонка: Устройство для подключения транспортных заправщиков для слива жидкого водорода в резервуары хранилища.

3.43 стояночная площадка: Часть территории, предназначенная для нахождения транспортных заправщиков, не участвующих в данный момент в операции слива-налива жидкого водорода.

3.44 техническое перевооружение – это целый комплекс мероприятий, который может проводится как для отдельных цехов и участков производства, так и для всего предприятия в целом. Замена морально устаревшего и изношенного оборудования, автоматизация и механизация.

3.45 технологический блок: Аппарат или группа связанных аппаратов, которые могут быть отключены (изолированы) от технологической системы (выведены из нее) без опасных изменений режима, приводящих к развитию аварии в смежной аппаратуре или системе.

3.46 технологический процесс: Совокупность физико-химических или физико-механических превращений вещества и изменение значений параметров материальных сред, целенаправленно проводимых в аппарате (или системе взаимосвязанных аппаратов, агрегате и т.д.).

3.47 тревожная концентрация: Объемная доля водорода-газа в воздухе, равная 10% нижнего концентрационного предела распространения пламени.

3.48 узел пробоотбора: Устройство для отбора проб на анализ качества продукта в соответствии с ГОСТ, ТУ и т.п.

3.49 уполномоченные организации: Учреждения, контролирующие установки на основе действующего законодательства на всех стадиях их существования, от проекта до ликвидации.

3.50 уровень обеспечения пожарной безопасности: Количественная оценка предотвращения ущерба при возможном пожаре, характеризующая степень предотвращения возможности возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и материальные ценности опасных факторов пожара.

3.51 устройство сброса давления: Устройство для предотвращения повышения давления в криогенных системах, резервуарах, емкостях и технологических трубопроводах выше заданного значения.

3.52 хранилище жидкого водорода: Комплекс сооружений с оборудованием, предназначенным для накопления, длительного или кратковременного хранения жидкого водорода и выдачи его потребителям.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем своде правил применены следующие сокращения:

АПС автоматическая пожарная сигнализация

АПТ автоматическое пожаротушение

АУПТ	автоматическая установка пожаротушения
ВВ	взрывчатое вещество
ВКПР	верхний концентрационный предел распространения пламени
ДУ	двигательная установка
Е	предел огнестойкости (потеря целостности), мин
ЕЭК ООН	Европейская экономическая комиссия организаций объединенных наций
$жH_2$	жидкий водород
ЖРД	жидкостный ракетный двигатель
ЖРДМТ	жидкостный ракетный двигатель малой тяги
КЗ	короткое замыкание
КИП и А	контрольно-измерительные приборы и автоматика
КПУ	командный пункт управления
МПУ	мембранное предохранительное устройство
МДРД	максимально допустимое рабочее давление
НКПР	нижний концентрационный предел распространения пламени
НТК	наземный технический комплекс
ОПС	огнетушащие порошковые составы
ОТВ	огнетушащее вещество
ПАЗ	противоаварийная автоматическая защита
ПГС	пневмогидравлическая схема
ПДВ	предельно допустимые выбросы
ПЛАС	план локализации и ликвидации аварийных ситуаций
ППР	планово-предупредительный ремонт
ПЧ	пожарная часть
РКТ	ракетно-космическая техника
РН	ракета-носитель
РБ	разгонный блок
R	предел огнестойкости (потеря несущей способности), мин
СИЗ	средства индивидуальной защиты

СОУЭ	система оповещения и управления эксплуатацией людей при пожаре
тв. O_2	твердый кислород
ТНТ	тринитротолуол
ТО	техническое обслуживание
ТУ	технические условия
ЦПУ	центральный пункт управления

5 Основные физические, химические, биологические свойства водорода

Основные физические, химические, биологические свойства водорода с точки зрения его взрывопожароопасности и вредных воздействий на человека представлены в таблице 1 согласно [1], [2].

Водород в процессе его эксплуатации может находиться в жидком и газообразном состоянии. Газообразный водород при нормальных условиях имеет стабильный равновесный состав: 75 % ортоводорода и 25 % параводорода по объему. При понижении температуры равновесный состав меняется и при Т = 20,28 К водород практически полностью состоит из параформы.

Жидкий водород относится к криогенным жидкостям. Специфическими свойствами его являются: низкая температура кипения при атмосферном давлении (20,28 К), малая теплота парообразования (442 кДж/кг), узкий диапазон температур (ΔT = 19 К) и давлений (ΔP = 1,2 МПа) в области двухфазного состояния жидкость-пар, при которых существует жидкость. Жидкий водород отличает, кроме того, способность испаряться не только за счет тепла окружающей среды, но и за счет тепла орто-параконверсии (527 кДж /кг), которая превышает теплоту парообразования.

Плотность жидкого водорода (70,8 кг/м^3) в 11,5 раза меньше, чем плотность жидкого азота, и в 16 раз – жидкого кислорода; теплопроводность газообразного водорода примерно в 7 раз больше, чем у воздуха. Велика также скорость диффузии водорода в воздухе. С точки зрения взрывоопасности смеси водорода с кислородом относятся к категории IIC, группе Т1 согласно [3]. Водород в широком

Т а б л и ц а 1 – Основные физические, химические, биологические свойства водорода с точки зрения его взрывопожароопасности и вредных воздействий на человека

Наименование параметра	Размерность	Условия	Пара-водород Водород
Температура кипения	К	Р = 0,1013 МПа	20,280
Температура критическая	К	Р = 1,2870 МПа	32,900
Теплота парообразования	кДж/кг	20,28 К	442,000
Теплота ортопараконверсии	кДж/кг	20,28 К	527,000
Теплота сгорания	МДж/кг	При Т = 293 К Р = 0,1013 МПа	119,000
Концентрационные пределы распространения пламени в смесях водорода с воздухом	% об.	При Т = 293 К Р = 0,1013 МПа	от 4,120 до 75,000
Концентрационные пределы распространения пламени в смесях водорода с кислородом	% об.	При Т = 293 К Р = 0,1013 МПа	от 4,100 до 96,000
Концентрационные пределы детонации смеси водорода с воздухом	% об.	При Т = 293 К Р = 0,1013 МПа	от 18,300 до59,000
Концентрационные пределы детонации смеси водорода с кислородом	% об.	При Т = 293 К Р = 0,1013 МПа	от 15,500 до 92,900
Температура горения смеси водорода с воздухом,	К	—	2318
Минимальная энергия воспламенения смеси водорода с воздухом	мДж	—	0,017
Нормальная скорость распространения пламени	м/сек	Т = 293 К Р = 0,1013 МПа	2,590
Энергия теплового излучения пламени (оценка)	кВт/м^2	В атмосфере	~ 140
Тротиловый эквивалент взрыва 1 кг газа в смеси с воздухом	кг ТНТ	При проливе или выбросе в атмосферу	10,600
Температура самовоспламенения в смеси с воздухом	К	—	783
Биологическое воздействие на человека	----	В атмосфере	Инертен, не поддерживает дыхания, обморожение
Концентрация насыщения жидкого водорода кислородом	% об.	Т = 20,28 К Р = 0,1013 МПа	$3 \cdot 10^{-8}$
Тротиловый эквивалент взрыва 1 кг газа в смеси с кислородом	кг ТНТ	При одновременном проливе или выбросе в атмосферу	13,300
Минимальный радиус облака водородной-воздушной смеси, при котором возможен переход горения в детонацию	м	Инициирование слабым источником зажигания	70
Минимальный радиус облака водородно-кислородной смеси, при котором возможен переход в детонацию	м	Инициирование слабым источником зажигания	3

Окончание таблицы 1

Наименование параметра	Размерность	Условия	Пара-водород Водород
Минимальная критическая масса заряда ТНТ, при которой возбуждается сферическая детонация водородно-воздушной смеси	кг	Инициирование ударным источником	$1{,}860 \cdot 10^{-3}$
Минимальное преддетонационное расстояние сферической детонации	м	Инициирование зарядом ТНТ критической массы	0,200

диапазоне его концентрации с кислородом или воздухом образует пожаровзрывоопасные смеси. Пламя распространяется при концентрации водорода в воздухе от 4,12% (об.) до 75% (об.) и в кислороде от 4,1% (об.) до 96% (об.). Детонация реализуется при концентрациях водорода в воздухе от 18,3% (об.) до 59 % (об.) и в кислороде от 15,5% (об.) до 92,9 % (об.) соответственно. Теоретически коэффициент участия водорода во взрыве зависит от режимов смешения водорода с воздухом или кислородом. Максимальный коэффициент участия водорода во взрыве с учетом концентрационных пределов детонации смесей водорода с воздухом и кислородом составляет $Z_{max}= 0{,}42$ и $Z_{max}= 0{,}72$ соответственно. Минимальная энергия, необходимая для воспламенения водородрно-воздушной смеси, составляет величину $E = 17 \cdot 10^{-6}$ Дж, что соответствует энергии разряда зарядов статического электричества, образующегося на одежде из синтетических тканей. Температура горения стехиометрической водородно-воздушной смеси равна 2318 К, нормальная скорость распространения пламени $V_{max} = 2{,}59$ м/с согласно [1]. Интенсивность излучения водородного пламени примерно в десять раз меньше, чем у пламени углеводородных топлив. Характеристикой взрывоопасности является также тротиловый эквивалент взрыва стехиометрической смеси водорода с воздухом или с кислородом. В условиях пролива жидкости и выброса газообразного водорода тротиловый эквивалент взрыва водородно-воздушных и водородно-кислородных смесей при стехиометрическом соотношении составляет соответственно 10,6 кг и 13,3 кг ТНТ на один килограмм водорода.

В жидком водороде присутствуют примеси различных газов таких, как кислород, азот, аргон и др., состав и концентрация которых зависит от условий про-

изводства и эксплуатации водородных систем. Если концентрация примеси превышает величину ее растворимости в жидком водороде, то образуется твердая фаза, выпадающая в осадок. При определенных условиях осадок твердой фазы кислорода в жидком водороде взрывоопасен [4].

Технологическая схема хранилища разделяется на технологические блоки в соответствии с требованиями [5]. Определение значений энергетических потенциалов взрывоопасности технологических блоков и определение категории взрывоопасности производится в соответствии с приложением А к правилам [5].

Требования безопасности к оборудованию при разработке (проектировании), производстве (изготовлении), а также требования к маркировке оборудования в целях защиты жизни и здоровья человека, имущества, предупреждения действий вводящих в заблуждение потребителей, должны соответствовать [6].

6 Классификация объектов

6.1 Классификация установок жидкого водорода

Установки по получению жидкого водорода, в зависимости от производительности установленных на них агрегатов, подразделяются:

- на промышленные, работающие непрерывно, производительностью более 20 кг/ч;

- на опытно-промышленные, работающие непрерывно и периодически, производительностью от 5 до 20 кг/ч;

- на лабораторные, работающие периодически, производительностью менее 5 кг/ч.

6.2 Классификация хранилищ жидкого водорода

6.2.1 В зависимости от назначения хранилища подразделяются на долговременные (базовые) и расходные:

- базовые хранилища предназначаются для накопления, длительного хранения и выдачи водорода. Они комплектуются стационарными резервуарами и располагаются вне черты города и других населенных пунктов;

- расходные хранилища предназначаются для обеспечения потребителей жидким водородом и сооружаются на площадках потребителей. Эти хранилища могут состоять как из стационарных, так и транспортных резервуаров.

6.2.2 По вместимости хранилища подразделяются на:

- хранилища большой вместимости – свыше 250 м^3 жидкого водорода;
- хранилища средней вместимости от 16 до 250 м^3 жидкого водорода;
- хранилища малой вместимости – менее 16 м^3 жидкого водорода.

6.3 Определение площадок (станций) наполнения и сливо-наливных (приёмных) устройств жидкого водорода

6.3.1 Площадки (станции) наполнения предназначаются для приёма, наполнения или опорожнения транспортных цистерн или стационарных резервуаров жидкого водорода.

Площадки (станции) наполнения сооружаются на территории производств, хранилищ и других объектов и включают:

- сливо-наливные устройства с примыкающим к ним участком железнодорожных путей (или площадки для размещения автоцистерн и др.);
- вспомогательные сооружения (эстакады, мостки, перроны и т.п.).

6.3.2 Сливо-наливные устройства представляют собой участки жидкостных, наддувных и газосбросных трубопроводов с арматурой, оканчивающиеся стационарными или съёмными гибкими элементами (шлангами) для подстыковки к железнодорожным цистернам, автоцистернам и другим потребителям.

6.4 Классификация водородных испытательных комплексов изделий РКТ

В зависимости от технологии и мощности стендов испытательные комплексы подразделяются на следующие категории, указанные в правилах [7]:

- категория I - стенды холодных и огневых испытаний двигательных установок, ступеней (блоков) ракет-носителей;

- категория II - стенды холодных и огневых испытаний ЖРД тягой более 100 тс и их агрегатов и систем;

- категория III - стенды холодных и огневых испытаний ЖРД тягой от 5 тс до 100 тс и их агрегатов и систем;

- категория IV - стенды холодных и огневых испытаний ЖРД, ЖРДМТ тягой до 5 тс и их агрегатов и систем;

- категория V - стенды холодных испытаний арматуры и криогенного оборудования с объемом используемого жидкого водорода до 5 $м^3$.

Примечание - Холодные испытания арматуры и криогенного оборудования с объемом используемого жидкого водорода свыше 5 $м^3$ рекомендуется проводить на испытательных стендах категории I, II, III, IV.

6.5 Состав водородных заправочных комплексов наземной космической инфраструктуры стартовых и испытательных комплексов

Как правило, в состав космического заправочного комплекса водородом входят:

- площадки приема транспортных цистерн и выдачи жидкого водорода в стационарные резервуары хранилища или в баки ДУ;

- система хранения жидкого водорода, состоящая из стационарных резервуаров или транспортных цистерн;

- система подачи жидкого водорода в баки ДУ, включающая криогенные трубопроводы, агрегаты и оборудование обеспечения требуемых режимных параметров жидкого водорода (температуры и расходов) в процессе заправки;

- система дренажей и сливов жидкого водорода;

- система разъединения и отвода коммуникаций связей наземных водородных систем с бортом;

- системы обеспечения оборудования водородного заправочного комплекса газами (азотом, водородом и гелием) с требуемыми параметрами рабочих тел (давления, температуры и расхода);

- системы управления элементами автоматики оборудования водородного заправочного комплекса, обеспечивающие функционирование систем хранения и выдачи жидкого водорода, включая требуемые алгоритмы и циклограмму при проведении работ по заправке жидким водородом изделия;

- информационно-измерительные системы сбора, обработки и предоставления информации, получаемой от телеметрических систем водородного заправочного комплекса;

- системы электроснабжения, КИП, связи, вентиляционные системы, системы контроля утечек водорода, противопожарной сигнализации, телевизионного контроля за сооружениями, системами и оборудованием водородного заправочного комплекса в процессе проведении заправки изделия.

6.6 Классификация объектов и сооружений по степени пожаро-и взрывоопасности и санитарной характеристике

6.6.1 Классификация производственных отделений по взрывопожарной и пожарной опасности, степени огнестойкости строительных конструкций и санитарной характеристике представлена в таблице 2 согласно СП 12.13130 и [8].

6.6.2 Классификация производственных зданий (помещений) и сооружений хранилищ жидкого водорода по взрывопожарной и пожарной опасности представлена в таблице 3 согласно [8].

6.6.3 Категория производственных зданий (помещений), испытательных комплексов по взрывопожарной и пожарной опасности, степени огнестойкости строительных конструкций и санитарной характеристике представлена в таблице 4.

Т а б л и ц а 2 - Классификация помещений водородного производства по взрывопожарной и пожарной опасности, степени огнестойкости строительных конструкций и санитарной характеристике

Наименование процесса производства	Категория взрывопожарной и пожарной опасности по СП 12.13130	Степень огнестойкости зданий не ниже норм по [8]	Классификация взрывоопасных зон по [3]	Категория и группа взрывоопасной смеси (среды) в соответствии с [3]	Группа производственного процесса по санитарной характеристике в соответствии с нормами [10]	Примечание
Каталитическая очистка водорода: - при расположении вне здания; - при расположении в здании	АН А	– II	В-1г В-1а	IIСТ1 IIСТ1	1-в 1-в	
Компрессия водорода и азото-водородной смеси	А	II	В-1а	IIСТ1	1-в	
Предварительное охлаждение водорода, азота и азото-водородной смеси: -при расположении в здании; -при расположении вне здания	А АН	II II	В-1а В-1г	IIСТ1 IIСТ1	1-в 1-в	
Ожижение водорода	А	II	В-1а	IIСТ1	1-в	
Вакуум-насосы или вакуум-компрессоры водорода	А	II	В-1а	IIСТ1	1-в	
Криогенно-аналитическая лаборатория газового анализа (газоанализаторная)	В1	II	В-1б	IIСТ1	1-в	
Аммиачно-холодильная установка	Б	I	В-1б	IIСТ1	III-б	При расположении в отдельном помещении
Маслохозяйство (цеховое оборудование и маслопункт, где возможно выделение водорода)	А	I	В-1а	1-в		

Примечания

1 При размещении аммиачно-холодильной установки в общем производственном помещении категория пожароопасности и класс взрывоопасности помещения определяются по наиболее пожаро- и взрывоопасному отделению.

2 При совмещении производства жидкого водорода с производством других продуктов классификация специальных отделений производится проектной организацией в зависимости от характеристики этих отделений и их размещения.

Т а б л и ц а 3 - Классификация производственных зданий (помещений) и сооружений хранилищ жидкого водорода по взрывопожарной и пожарной опасности, степени огнестойкости строительных конструкций и санитарной характеристике

Наименование производственного помещения (участка)	Категория взрывопожарной и пожарной опасности производства в соответствии с нормами СП 12.13130	Степень огнестойкости здания, сооружения в соответствии с нормами [8]	Классификация взрывоопасных зон в соответствии с правилами [3]	Категория и группа взрывоопасной смеси (среды) в соответствии с [3]	Группа производственного процесса по санитарной характеристике в соответствии с нормами [10]
Помещения с резервуарами жидкого водорода	А	II	В-1а	IIСТ1	IIе
Участок размещения резервуаров жидкого водорода, расположенных вне здания	АН	–	В-1г	IIСТ1	IIе
Насосные и компрессорные станции	А	II	В-1а	IIСТ1	Iв
Здания (помещения) с установками переохлаждения, утилизации водорода и откачки его паров	А	II	В-1а	IIСТ1	Iв
Эстакады для трубопровода жидкого и газообразного водорода	АН	II	См. примечание 1	IIСТ1	IIе
Криогенно-аналитическая лаборатория газового анализа (газоанализаторная)	В1	II	В-1б	IIСТ1	—
Склады баллонов газообразного водорода	А	II	В-1а	IIСТ1	1-в
Станции вакуумирования (стоящие отдельно) для откачки изоляционных полостей криогенного оборудования	Д	III	—	—	—

Примечания

1 Участки эстакад, удаленные до 5 метров по горизонтали и вертикали от мест расположения разъемных прокладочных и ниппельных соединений, а также мест возможных аварийных газосбросов, относятся к классу В-1г.

2 Классификация помещений, смежных с взрывоопасными помещениями, выбирается в соответствии с главой 7.3 правил [3].

Т а б л и ц а 4 - Категория производственных зданий (помещений) испытательных комплексов по взрывопожарной и пожарной опасности, степени огнестойкости строительных конструкций и санитарной характеристике

Наименование зданий и помещений	Категория взрывопожарной и пожарной опасности зданий (помещений) в соответствии с нормами СП 12.13130	Степень огнестойкости здания, сооружения в соответствии с нормами [8]	Классификация взрывоопасных зон в соответствии с правилами [3]	Категория и группа взрывоопасной смеси в соответствии с [3]	Группа производственного процесса по санитарной характеристике в соответствии с нормами [10]
Закрытый бокс огневых испытаний	А	I	В-1а*	IICT1	IIe
Закрытый бокс холодных испытаний	А	II	В-1а	IICT1	IIe
Открытый бокс холодных испытаний	А	–	В-1г	IICT1	IIe
Отсеки водорода	А	II	В-1а	IICT1	IIe
Щитовая водорода	А	II	В-1а	IICT1	Iв
Манометрическая водорода	А	II	В-1а	IICT1	Iб
Помещения станции управления, усилительной и коммутационной аппаратуры	В	II	Невзрывоопасные	—	1а
Вентиляционные камеры вытяжные	А	II	В-1а	IICT1	Iс
Водородные компрессорные	А	II	В-1а	IICT1	Iв
Криогенно-аналитическая лаборатория газового анализа (газоанализаторная)	В	II	В-1б	IICT1	—
Бункер управления и транспортные тоннели	В	II	Невзрывоопасные	—	Iа
Отсек тягоизмерительного устройства	А	I	В-1а	IICT1	11e
Вентиляционные камеры приточных систем	D	II	Невзрывоопасные		Iб

* В испытательных боксах но время проведения работ с водородом все невзрывоопасное электрооборудование должно быть помещено в защитные кожухи с гарантированным поддувом инертным газом, не участвующее в работе невзрывоопасное электрооборудование должно быть выключено.

7 Территория, здания и сооружения

7.1 Генеральный план

7.1.1 Общие требования

7.1.1.1Территорией производства, хранилища, испытательных станций, стартовых комплексов и других потребителей называется земельный участок, занятый зданиями, сооружениями, оборудованием технологических установок, площадками наполнения и подсобными сооружениями, необходимыми для эксплуатации комплексов в соответствии с [9].

7.1.1.2 Стартовые заправочные комплексы являются неотъемлемой частью стартового комплекса в целом.

7.1.1.3 Производство, хранилище, испытательный, стартовый и другие комплексы могут располагаться как самостоятельные предприятия или входить в состав другого предприятия, но в последнем случае они должны размещаться на отдельной площадке, быть удалены на безопасное расстояние в соответствии с требованиями настоящего Свода правил и отделены от территории этого предприятия ограждением.

7.1.1.4 Санитарно-защитная зона для производства и хранения водорода подлежит расчету, но не должна быть менее 50 м в соответствии с [10].

7.1.1.5 Устройство автомобильных дорог должно соответствовать требованиям СП 34.13330.

7.1.1.6 Устройство железнодорожных путей должно соответствовать требованиям СП 119.13330.

7.1.1.7 Расположение вспомогательных зданий и помещений (административно-конторских, общественных организаций, бытовых, пунктов питания, здравпунктов и т.п.) на территории объектов должно удовлетворять требованиям СП 44.13330, а также требованиям настоящего Свода правил.

7.1.1.8 Прокладка трубопроводов для жидкого и газообразного водорода по территории объектов должна выполняться в соответствии с нормами [11].

Расстояние от края эстакады до зданий и сооружений должно быть не менее значений, указанных в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 - Минимальные расстояния по горизонтали от наземных трубопроводов жидкого и газообразного водорода, проложенных по эстакадам, до различных зданий и сооружений (водородного объекта)

Наименование объекта, до которого определяется расстояние	Расстояние, м
Глухие стены зданий I и II степени огнестойкости любой этажности	Не нормируется
Одноэтажные здания I и II степени огнестойкости с оконными проёмами при отсутствии на трубопроводах фланцевых соединений (или при расположениях этих соединений против простенков зданий с расстоянием до края оконных проемов не менее 1,5 м)	1,0
Стены многоэтажных зданий с оконными проемами (а также одноэтажных при несоблюдении требований, указанных в предыдущем пункте настоящей таблицы)	3,0
Резервуары и хранилища для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей: - при наземном расположении - при заглубленном расположении	 20,0 10,0
Провода воздушных линий электропередачи при наибольшем их отклонении	Не менее высоты опоры линии электропередачи
Примечания 1 Указанные требования не распространяются на трубопроводы, связывающие отдельные аппараты одной установки. 2 При остеклении со стороны рабочих мест, для обеспечения естественного освещения, расстояние от края эстакады принимается 5 м. Оконные проемы, заложенные стеклоблоками толщиной 10 см, приравниваются к простенкам.	

7.1.1.9 Трубопроводы жидкого водорода, как правило, не должны прокладываться над железнодорожными путями, автодорогами, пожарными переездами и пешеходными дорогами.

При крайней необходимости допускается пересечения технологических трубопроводов с перечисленными в пункте объектами. Прокладка трубопроводов должна вестись на специальных эстакадах в соответствии с требованиями [3] и [11].

7.1.1.10 Минимальные расстояния от железнодорожных и автомобильных цистерн площадок (станций) наполнения до зданий производства жидкого водорода должны приниматься по таблице 6.

7.1.2. Требования к размещению хранилищ и отдельно сооружаемых площадок наполнения.

7.1.2.1 Хранилища жидкого водорода следует выполнять, как правило, открытыми с учетом "розы ветров" данной местности. При невозможности открытого расположения резервуаров и другого оборудования (наличие недопустимо большого внешнего воздействия, особые требования к эксплуатации и т.д.) допускается их размещение в закрытых наземных, заглубленных или подземных сооружениях.

Т а б л и ц а 6 - Минимальное расстояние от площадок наполнения железнодорожных и автоцистерн до зданий производства жидкого водорода

Наименование объекта, до которого определяется расстояние	Расстояние, м				
	Количество жидкого водорода в резервуаре, $м^3$				
	св. 1 до 8	св. 8 до 30	св. 30 до 120	св. 120 до 360	св. 360 до 1000
Производственные и вспомогательные здания и сооружения, входящие в состав технологического комплекса производства жидкого водорода *	10	25	60	80	100
Внутризаводские железнодорожные пути (не менее) **	20	-	-	-	-
* При заправке транспортных цистерн объемом до 2 $м^3$ у глухих стен зданий I и II степени огнестойкости расстояние от заправляемой цистерны до стены не нормируется. ** При замкнутой системе сброса газа из резервуара (цистерны) допускается приближение железнодорожных путей не более чем на 10 м (см. 12.2).					

7.1.2.2 Наземные резервуары, располагаемые вне здания, рекомендуется размещать на открытых, хорошо проветриваемых и защищенных от солнечного излучения местах.

7.1.2.3 Резервуары жидкого водорода закрытых (наземных, заглубленных или подземных) хранилищ рекомендуется размещать в отдельном помещении, изолированном от помещений вспомогательных систем.

7.1.2.4 Безопасные расстояния от хранилищ до зданий, сооружений, не входящих в их состав, и до населенных пунктов рассчитываются по методике, приведенной в приложении А.

7.1.2.5 Минимальные расстояния от резервуаров хранилища жидкого водорода до объектов, входящих в его состав, должны приниматься по таблице 7.

Т а б л и ц а 7 - Минимальные расстояния от резервуаров хранилища жидкого водорода до объектов, входящих в его состав

Объекты, входящие в состав хранилища	Расстояние до объектов, м	
	Открытых наземных	Подземных
Технологические здания и помещения насосных жидкого водорода, установки переохлаждения и газификации, а также открыто расположенные насосные жидкого водорода и установки переохлаждения и газификации	20	15
Вспомогательные здания и помещения для размещения оборудования, не требующего при нормальной работе обслуживающего персонала (пневмощитовые, помещения КИП, газоанализаторные, помещения специальных технических систем и т.п.)	Не нормируется	Не нормируется
Помещения для обслуживающего персонала на время проведения регламентных работ при отсутствии водорода в резервуарах хранилища	Не нормируется	Не нормируется
Железнодорожные пути площадок наполнения (до ближайшего рельса)	20	15
Площадки наполнения для автоцистерн (до обочины)	30	20
Ограждение территории	10	10
Внутренние автодороги (до обочины)	10	10

7.1.2.6 Помещение управления (пункт управления) располагается на взрывобезопасном расстоянии и может быть приближено к хранилищу при соответствующей защите от действия воздушной ударной волны, определяемом согласно методике, приведенной в приложении А, но не ближе чем 20 м.

П р и м е ч а н и е - Создание специального пункта управления у расходных хранилищ, состоящих из одной транспортной емкости, не обязательно.

7.1.2.7 Расстояние в свету между наземными резервуарами должно быть не менее диаметра наибольшего из рядом стоящих резервуаров, но не менее 2 м. Расстояние между заглубленными резервуарами должно быть не менее 1 м.

7.1.2.8 Наземные резервуары устанавливаются группами. Максимальная суммарная геометрическая емкость резервуаров одной группы рекомендуется не более 6000 $м^3$.

Расстояние между двумя группами емкостью до 6000 $м^3$ не должно быть менее 30 м. Максимальный геометрический объём резервуаров (количество групп) хранилища для РКТ и других потребителей выбирается по отдельным техническим решениям с соответствующим обоснованием.

7.1.2.9 Расположение автомобильных и железных дорог на территории хранилища должно удовлетворять требованиям настоящего Свода правил, а их устройство должно соответствовать требованиям СП 34.13330, СП 119.13330.

7.1.2.10 Минимальные расстояния от края проезжей части автомобильных дорог до зданий и сооружений, расположенных на территории хранилища, принимается по таблице 8.

Т а б л и ц а 8 - Минимальные расстояния от края проезжей части автомобильных дорог до зданий и сооружений, расположенных на территории хранилища

Сооружения, расположенные на территории хранилища	Расстояние, м
Здания длиной:	
до 20 м	1,5
более 20 м	4,5
Железнодорожные пути площадок наполнения (до ближайшего рельса)	10,0
Площадки наполнения для автоцистерн (до обочины)	1,0
Ограждение хранилища	1,5

7.1.2.11 Прокладка автомобильных и железных дорог общего назначения через территорию хранилища не допускается.

7.1.2.12 Мосты и переезды на территории хранилища должны сооружаться из несгораемых материалов.

7.1.2.13 Хранилища с суммарным объёмом резервуаров более 5000 м^3 должны иметь не менее двух выездов на дороги общего назначения, оборудованных автоматическими шлагбаумами, светофорами и сиренами.

7.1.2.14 Площадки наполнения следует располагать на открытых, хорошо проветриваемых местах.

Минимальные расстояния от транспортных резервуаров на площадке наполнения до зданий и сооружений, непосредственно не относящихся к площадке наполнения, хранилищу или производству, должны приниматься по таблице 9.

Т а б л и ц а 9 - Минимальные расстояния от отдельно сооружаемой площадки наполнения до зданий и сооружений, непосредственно не относящихся к площадке наполнения

Емкость одной транспортной единицы, $м^3$	Суммарная допускаемая емкость транспортных средств на площадке, $м^3$	Расстояния до производственных зданий, не относящихся непосредственно к площадке наполнения, м*	Расстояние до жилых зданий, м
от 0,1 до 2,6	5,2	25	70
от 2,6 до 10	100,0	100	500
от 10 до 50	500,0	150	750
от 50 до 100	1000,0	200	1000
* Эти расстояния могут быть уменьшены при обеспечении определённой стойкости зданий к воздействию ударной волны взрыва. В этом случае расстояние следует рассчитывать по методике, изложенной в приложении А			

7.1.3 Требования к размещению испытательных комплексов, использующих водород.

7.1.3.1 Здания и сооружения испытательных комплексов должны располагаться на отдельных, хорошо проветриваемых площадках. При применении на испытательных комплексах жидкого или газообразного водорода ширина санитарно-защитной зоны устанавливается в зависимости от расхода, эффективности шумопоглощающих устройств, а также местных условий (рельефа, лесных массивов и насаждений, преобладающих направлений ветров). При определении санитарно-защитной зоны нужно руководствоваться требованиями [10].

7.1.3.2 При проектировании и строительстве огневых стендов следует использовать рельеф местности для отвода газовой струи в сторону от промышленной площадки и населенных мест. В целях создания защитной зоны, препятствующей распространению вредных газов, шума, взрывной волны и огня, площадки следует по возможности располагать в лесных массивах, где преобладают лиственные породы деревьев.

7.1.3.3 Испытательный комплекс, в зависимости от характера проводимых испытаний (степени пожаро- и взрывоопасности, уровня звукового давления, выделения вредных газов и т.п.), может располагаться на отдельном участке основной территории предприятия или на самостоятельной площадке, удаленной на безопасное расстояние от ближайших промышленных, жилых и других застроек.

7.1.3.4 В случае размещения испытательной станции с одним или несколькими стендами на основной территории предприятия, входящие в её состав здания и сооружения должны быть расположены на расстоянии не менее 50 м от других зданий предприятия. Ближайшими к остальным зданиям предприятия должны быть лабораторные и вспомогательные корпуса испытательного комплекса. Стенды I – V категорий со всеми вспомогательными зданиями должны быть оборудованы световыми и звуковыми извещателями на подъездных путях и пешеходных проходах, включаемых при проведении работ с жидким водородом.

7.1.3.5 Площадки испытательных комплексов со стендами I, II, III, IV и V категорий должны иметь две зоны:

- испытательных стендов и сооружений при них;

- вспомогательных производственных зданий, не связанных с выделением в окружающую среду взрывоопасных и токсичных продуктов, и административно-хозяйственных зданий.

7.1.3.6 Для определения безопасных расстояний от стендов I, II, III и IV категорий до других зданий и сооружений испытательного комплекса необходимо руководствоваться методикой расчета, изложенной в приложениях А и Б.

7.1.3.7 Минимальные расстояния от стендов с резервуарами с жидким водородом V категории до других зданий объекта должны составлять:

- для резервуаров емкостью до 2 $м^3$ - 25 м;

- для резервуаров емкостью от 2 до 5 $м^3$ - 40 м.

7.1.3.8 Разрывы между соседними стендами II, III, IV категорий с разной тягой, испытываемых ЖРД, надлежит принимать по стенду с большей тягой.

7.1.3.9 Внешние безопасные расстояния от стендов до мест постоянного или временного пребывания людей вне объекта, а также до инженерных сооружений, имеющих общегосударственное значение, устанавливаются в зависимости от категории и мощности стенда.

Для стендов I категорий по формуле (Б.1) или (Б.2) приложения Б и уравнений А.1, А.3 приложения А, при этом «к» и «К» принимаются не ниже 30 и 100

соответственно. Эквивалентная тротилу мощность принимается в соответствии с формулами А.1, А.2.

7.1.3.10 Расстояние от огневых и проливочных стендов всех категорий до хранилищ жидкого водорода выбирается наибольшим из двух рассчитанных величин (по методике, изложенной в соответствии с приложениями А или Б).

7.1.3.11. Для стендов II, III, IV категорий минимальные внешние расстояния до жилых поселков и до отдельно стоящих строений жилого, общественного и производственного значения определяются с учетом количества выбрасываемого водорода при аварийной ситуации из объекта испытания (двигателя или агрегата), быстродействия отсечных клапанов в системах подачи горючего и окислителя в объект испытания, эффективности систем аварийной защиты испытаний и контроля опасных накоплений взрывоопасных концентраций водорода в испытательном боксе.

7.1.3.12 Дополнительные требования, предъявляемые к стендам и установкам, где кроме водорода применяются другие компоненты, должны соответствовать нормам, определяющим безопасность работы с этими компонентами.

7.1.4 Требования к размещению заправочных комплексов стартовых устройств наземной космической инфраструктуры космодрома.

7.1.4.1 Основное оборудование заправочного комплекса, как правило, должно располагаться на открытых площадках. Часть оборудования может быть расположена в сооружениях, защищенных от действия ударной волны. Безопасное расстояние от заправляемого аппарата (РН, РБ и др.) до хранилища жидкого водорода и других сооружений заправочного комплекса определяется исходя из параметров воздушной ударной волны взрыва заправляемого объекта и стойкости оборудования и сооружений к ее воздействию. Тротиловый эквивалент взрыва заправляемого летательного аппарата определяется по отраслевой методике, параметры воздушной ударной волны определяются по зависимостям А.4 - А.7.

7.1.4.2 Технологические сооружения заправочных комплексов жидкого водорода должны быть оборудованы системами, обеспечивающими безопасную эксплуатацию:

- системой водяной защиты резервуаров, расположенных на открытых площадках и площадках наполнения;

- системой пожаровзрывопредупреждения в помещениях, где размещаются резервуары с жидким водородом, обеспечивающей в нештатной ситуации заполнение помещения инертным газом (азотом) или огнетушащим газовым составом;

- системами телевизионного наблюдения и освещения, связи, молниезащиты и защиты от статического электричества;

- системами вентиляции, в том числе аварийной для закрытых помещений, где возможно выделения водорода;

- системой энергоснабжения от двух независимых источников.

Закрытые помещения в местах возможного выделения водорода должны быть оборудованы системами газового контроля кислорода и водорода с автоматическими сигнализаторами и средствами светового и звукового оповещения. Сигнализаторы системы газового контроля содержания водорода должны выдавать световые и звуковые сигналы при достижении концентрации водорода в воздухе более 0,4% об. (10% от НКПР). Аварийная вентиляция должна включаться по сигналу от системы газового контроля водорода при концентрации более 1% об. (25% от НКПР). При достижении концентрации водорода более 2% об. (50% от НКПР) выключается вентиляция, при этом в помещениях, в которых размещаются резервуары с жидким водородом, включается система пожаровзрывопредупреждения, а в помещения, в которых расположено другое технологическое оборудование с водородной средой, должна автоматически прекращаться подача водорода. Решение об оснащении помещений системами пожаровзрывопредупреждения принимает проектная организация.

Сигнализаторы контроля содержания кислорода должны выдавать световые и звуковые сигналы при достижении концентрации кислорода в воздухе менее 19% об. и более 23 %.

7.2 Конструкция зданий и сооружений

7.2.1 Общие требования

7.2.1.1 Объёмно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений производств, хранилищ и испытательных комплексов должны соответствовать требованиям строительных норм и правил, а также специальным требованиям настоящего Свода правил.

7.2.1.2 Здания, в которых имеется водород, должны иметь аэрационные фонари или дефлекторы и другие устройства для удаления водорода из-под верхнего перекрытия. Образование зон застоя под конструктивными элементами перекрытия не допускается.

7.2.1.3 Этажность сооружения, высота производственных помещений и взаимное их расположение определяются в соответствии с технологической необходимостью. Над помещениями с резервуарами водорода, ожижителями, компрессорами и т.д. не допускается устройство производственных и бытовых помещений.

7.2.1.4 В перекрытиях многоэтажных зданий в помещениях, использующих водород и относящихся по пожарной и взрывопожарной опасности к категории А, должны быть предусмотрены аэрационные противовзрывные проемы для обеспечения общеобменной вентиляции, уменьшения возможности образования взрывоопасных концентраций и уменьшения давления от взрыва на основные конструкции.

Площадь указанных проемов не должна быть менее 15% площади пола (перекрытия).

7.2.1.5 Аэрационные и противовзрывные проемы в междуэтажных перекрытиях рекомендуется размещать в центральной части перекрытия или у глухих стен.

7.2.1.6 Ограждающие конструкции зданий с помещениями категорий А и Б по пожарной опасности, как правило, следует оборудовать легкосбрасываемыми элементами (при воздействии взрывной волны). Площадь легкосбрасываемых элементов в ограждающих конструкциях должна быть установлена по расчету в

зависимости от величины давления взрывной волны, но не менее 0,05 м^2 на 1 м^3 для помещений категории А и 0,03 м^2 на 1 м^3 для помещений категории Б.

Примечания

1 В случае, когда нет возможности выполнить указанную величину вышибной поверхности, должны соответственно усиливаться ограждающие конструкции. Прочность ограждающих конструкций должна быть подтверждена расчетом на действие взрыва.

2 При необходимости по техническим или санитарным причинам (защита от внешнего взрыва, радиации и т. п.) допускается применять ограждающие конструкции испытательных боксов и отсеков расходных компонентов без легкосбрасываемых конструкций. Они должны рассчитываться на давление, возможное при взрыве горючих смесей, и быть оборудованы автоматическими системами газоанализа и системами объемного пожаротушения и флегматизации.

7.2.1.7 Стены, разделяющие помещения, в которых размещены производства, отнесенные по пожарной опасности к категориям А и Б, от помещений с производствами других категорий, лестничных клеток, коридоров, подсобных помещений, в целях уменьшения пыле и газопроницаемости необходимо выполнять из плотных материалов или с поверхностями повышенной плотности.

Стены, выполненные из кирпича и не оштукатуренные, должны быть толщиной не менее 0,38 м; кирпичная стена толщиной менее 0,38 м должна быть оштукатурена с двух сторон (или с одной стороны при расшивке швов с другой стороны).

При выполнении стен из железобетона и панелей необходимо предусматривать тщательную заделку швов, стыков и раковин.

7.2.1.8 Производственные лаборатории должны быть отделены от смежных помещений стенами с пределом огнестойкости не менее EI 90.

7.2.1.9 В помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категории А, где получают и применяют водород, если это необходимо по условиям производства, допускается устройство незасыпных и невентилируемых каналов (кроме кабельных) глубиной не более 0,5 м при отсутствии в них водородных и кислородных трубопроводов.

7.2.1.10 В дополнение к правилам [3] помещения, в которых располагается электрооборудование, должны отделяться от смежных помещений категории А и Б несгораемыми и непроницаемыми для газов и жидкостей глухими ограждающими конструкциями. При этом предел огнестойкости указанных конструкций

должен быть не менее EI 60, а непроницаемость должна обеспечиваться в соответствии с 7.2.1.7.

Во избежание проникновения водорода через грунт в местах сопряжения ограждающих конструкций с полом рекомендуется основания этих конструкций углублять ниже уровня пола первого этажа на 1 м.

Размещение подстанций и распределительных устройств в помещениях, смежных с помещениями категорий А и Б, не допускается.

7.2.1.11 Покрытия полов взрывоопасных помещений должны быть без двойных настилов, не искрящие. Материалы для покрытия полов должны удовлетворять требованиям СП 29.13330.

7.2.1.12 Металлические площадки во взрывоопасных помещениях должны иметь решетчатое или просечное покрытие.

Площадки и ступени лестниц желательно выполнять из не искрящих при ударах и трении материалов. При устройстве площадок и лестниц из искрящих при ударе и трении материалов места прохода и обслуживания машин и аппаратов следует покрывать резиновыми ковриками или другими, не дающими искры покрытиями, а обслуживающий персонал должен использовать специальную обувь без гвоздей и подков.

7.2.1.13 При планировке путей эвакуации необходимо предусматривать возможность быстрого выхода людей из помещения непосредственно наружу.

Лестницы и эвакуационные выходы должны соответствовать требованиям СП 1.13130.

7.2.1.14 Наружные «этажерки», на которых расположено оборудование, содержащее жидкий водород, как правило, должны быть железобетонными. Допускается их выполнение из металла, при этом нижняя часть таких этажерок (на высоту первого этажа, включая балки перекрытия первого этажа) должна быть защищена от воздействия высокой температуры бетоном или изоляционными материалами. Защита должна обеспечивать предел огнестойкости не менее R120 для колонн и не менее R90 для балок перекрытий.

7.2.1.15 Площадки наружных открытых «этажерок», предназначенные для размещения аппаратов с водородом, и площадки, прикреплённые к технологическому оборудованию, должны иметь наружные лестницы для эвакуации:

- при длине наружной этажерки до 12 м и общей площади до 72 м^2 одну открытую лестницу;

- при длине наружной этажерки от 12 до 50 м не менее двух открытых лестниц;

- при длине этажерки более 50 м количество лестниц определяется из расчета их расположения на расстоянии не более 50 м одна от другой.

Примечания

1 Открытые эвакуационные лестницы допускается устраивать металлическими с уклоном не более 45^0. Ширина их не должна быть менее 0,7.м, шаг ступеней - более 0,25 м и ширина ступеней - менее 0,12 м. Лестницы должны иметь ограждения высотой 0,9 м.

2 Вопрос об устройстве закрытых лестниц решается проектными организациями в зависимости от условий эксплуатации наружной установки. При устройстве закрытых лестниц или лестниц, защищенных укрытием с трех сторон, ограждающие стены должны выполняться из несгораемых материалов; предел огнестойкости этих стен не нормируется.

3 Эвакуационные лестницы открытых этажерок должны располагаться по их периметру.

7.2.1.16 Эстакады для трубопроводов через каждые 200 м должны иметь маршевые лестницы или вертикальные лестницы с шатровым ограждением (но не менее двух), а проходные эстакады, кроме того, настил и перила из несгораемых или трудносгораемых материалов.

7.2.1.17 Ограждающие конструкции вентиляционных камер должны быть несгораемыми с пределом огнестойкости не менее EI 60. Дверные проемы вытяжных вентиляционных камер, обслуживающих помещения категорий А и Б, надлежит защищать противопожарными дверями с пределом огнестойкости EI 60.

7.2.1.18 Вентиляционные камеры следует располагать в помещениях, легко доступных и достаточно свободных для проведения работ по ремонту, монтажу, демонтажу и наблюдению за установками. Выходы из приточных камер, предназначенных для обслуживания взрывоопасных помещений, должны предусматриваться наружу или на лестничные клетки через тамбур с двумя самозакрывающимися дверями. Допускается также устройство выходов из приточных вентиляционных камер, обслуживающих помещения, относящиеся по пожарной опасности к категориям А и Б, в помещения категорий Д и Г.

Выходы из вытяжных камер, обслуживающих взрывоопасные помещения, должны предусматриваться непосредственно наружу или в лестничную клетку и коридор через тамбур-шлюз с пределом огнестойкости несгораемых ограждающих конструкций Е60. Допускается устройство выхода из вытяжных камер в производственные помещения, обслуживаемые данной системой вентиляции, при условии, что электрооборудование в камерах по взрывозащищенности будет такое же, как и в производственных помещениях, а на случай пожара в производственном помещении предусмотрена возможность дистанционного выключения вентиляционных систем, расположенных в камерах.

7.2.2 Требования к хранилищам жидкого водорода

7.2.2.1 При наземном расположении резервуаров необходимо ограничивать площадь возможного аварийного разлива водорода путем устройства вокруг каждого резервуара или группы резервуаров ограждения или защитного рва.

7.2.2.2 Ограждение может быть выполнено в виде сплошной несгораемой стены или земляного вала и должно быть рассчитано на гидростатическое давление разлившегося жидкого водорода.

7.2.2.3 Высота ограждения, глубина и ширина защитного рва принимаются такими, чтобы объём рва и свободного пространства внутри ограждения рва были не менее 1/4 гидравлического объёма резервуара.

7.2.2.4 Если грунт внутри ограждения или защитного рва не обеспечивает отвод атмосферных вод, должна быть предусмотрена соответствующая дренажная система.

7.2.2.5 Площадки под резервуарами, а также под наиболее вероятными местами утечки жидкого водорода рекомендуется покрывать слоем гравия или щебня толщиной не менее 0,1 м.

7.2.2.6 Стационарные резервуары должны устанавливаться на фундаментах, опорах из несгораемых материалов с пределом огнестойкости не менее R120. Опоры резервуаров могут защищаться бетонными стенками.

7.2.2.7 Наземные резервуары, расположенные вне здания, для предупреждения нагрева их солнечными лучами должны окрашиваться в светлый цвет либо

оборудоваться теневыми кожухами, либо размещаться под навесом из несгораемых материалов. Образование зон застоя водорода под конструктивными элементами перекрытия не допускается.

7.2.2.8 Площадки обслуживания резервуаров и другого оборудования должны иметь покрытие из решетчатого или просечного материала и оборудоваться лестницами согласно требованиям 7.2.1.15

Примечание - Если по условиям эксплуатации на площадке не требуется постоянного обслуживания при наличии водорода в оборудовании, допускается устройство вертикальных лестниц.

7.2.3 Требования к площадкам (станциям) наполнения.

7.2.3.1 Строительные конструкции для размещения сливо-наливных устройств должны выполняться из несгораемых материалов с пределом огнестойкости R90.

7.2.3.2 Участок железнодорожных путей, занятый транспортными цистернами, подсоединяемыми к сливо-наливным устройствам, должен быть прямолинейным и горизонтальным (уклон не должен превышать нормы для станционных путей).

7.2.3.3 Балластный слой на железнодорожных путях должен выполняться из щебня.

7.2.3.4 Расстояние между осями железнодорожных путей на площадках (станциях) наполнения не должно быть менее 6 м.

7.2.4 Требования к испытательным комплексам.

7.2.4.1 Ограждающие и несущие конструкции стендов, кроме стендов V категории, должны быть рассчитаны на взрывное давление, возможное в испытательном боксе, и выполняться из железобетона.

7.2.4.2 Испытательные боксы стендов (кроме стендов V категории) должны быть изолированы от других производственных помещений и иметь не менее двух эвакуационных выходов. Для боксов площадью не более 60 $м^2$ допускается устройство одного эвакуационного выхода.

7.2.4.3 Помещения для стендовых емкостей горючего и окислителя должны быть разделены капитальными конструкциями. Выходы из отсеков горючего и окислителя не должны иметь общего тамбура.

7.2.4.4 Огневые стенды и установки могут быть открытого типа при наличии защитного обвалования.

7.2.4.5 В испытательном корпусе, который имеет в своем составе несколько огневых стендов, вспомогательные помещения должны быть отделены от огневых боксов и отсеков топлив проездом или коридором.

Стены этих боксов и отсеков со стороны проезда или коридора должны быть глухими и удовлетворять требованиям 7.2.1.7; в отдельных случаях допускаются входы из коридора в отсеки при условии устройства тамбура - шлюза с бронированными герметичными дверями, сблокированными таким образом, что испытания не могут быть начаты при открытых дверях.

7.2.4.6 КПУ должен находиться вне стендового корпуса, его конструкции должны быть рассчитаны на действие ударной воздушной волны возможного взрыва на стенде. Для стендов V категории, как исключение, допускается расположение КПУ непосредственно за стеной, рядом с боксом. В этом случае стена не должна разрушаться при возможном взрыве внутри бокса. В КПУ необходимо предусматривать помещения для персонала, занятого подготовкой и проведением испытаний, а также аварийный выход.

7.2.4.7 Помещения стенда, в которых возможна утечка или пролив водорода, должны иметь перекрытия, исключающие образование зон застоя, с углом наклона потолка не менее 10% и с проемами или отверстиям для естественной вытяжки в самой высокой части помещения.

7.2.4.8. Для облегчения эвакуации технического персонала со стенда или стендового корпуса уровень чистого пола бокса желательно располагать на отметке основного подъезда к стенду, а для более высоких отметок предусматривать по наружному периметру сооружения площадки с лестницами.

7.2.4.9 Ворота и двери, отделяющие взрывоопасные помещения от смежных помещений, должны быть стальными, бронированными, с хорошей герметизацией, обеспечивающие безопасность персонала в случае аварии.

7.2.4.10 Участки стен огневых боксов, расположенных в непосредственной близости от газовой струи, следует экранировать жаростойким материалом.

7.2.4.11 Разрешается установка расходных резервуаров водорода и окислителя на открытых площадках, под навесом, при наличии между ними противопожарной преграды с пределом огнестойкости EI 45 и обеспечения безопасного разрыва между резервуарами не менее 10 м.

7.2.4.12 Прокладка в КПУ трубопроводов с воздухом и азотом высокого давления запрещается, за исключением трубопроводов, указанных в 10.2.5.

7.2.4.13 Склады баллонов газообразного водорода испытательных станций могут устраиваться наземными, заглубленными, полузаглубленными.

7.2.4.14 Над заглубленными складами должна быть сделана легкосбрасываемая кровля с уклоном в верхней части и проемами для свободного выхода водорода.

7.2.4.15 Заглубленные склады баллонов должны иметь два независимых выхода от нижней отметки пола. Лестницы выходов должны быть сделаны с уклоном маршей не более 45°, а лестничные клетки отделены от склада сплошной стеной, отвечающей требованиям 7.2.1.7.

7.2.4.16 Установка баллонов должна соответствовать требованиям [12].

7.2.4.17 Проектирование коммуникационных тоннелей, эстакад (закрытых и открытых), предназначенных для связи отдельных сооружений, производится в соответствии с нормативными документами и учетом перспективного развития испытательных комплексов.

7.2.4.18 Конструкции коммуникационных тоннелей должны выполняться из сборного железобетона и рассчитываться на действующие на них нагрузки.

7.2.4.19 Транспортные тоннели (потерны) должны иметь выход не реже, чем через каждые 60 м, а также независимо от длины тоннеля выход в каждом конце тоннеля.

7.2.4.20 Месторасположение и конструкция закрытых кабельных галерей, тоннелей должны быть выбраны с таким расчетом, чтобы исключить проникание в них водорода и других взрывоопасных и токсичных веществ.

7.3 Санитарно-техническая часть

7.3.1 Требования к отоплению и вентиляции

7.3.1.1 Все производственные помещения должны быть оборудованы отоплением и вентиляцией в соответствии с требованиями СП 60.13330, [5].

7.3.1.2 В помещениях, отнесенных по пожарной опасности к категориям А и Б, допускается устройство водяного отопления низкого давлении с температурой воды не более 80°С.

При устройстве воздушного отопления рециркуляция воздуха не допускается.

7.3.1.3 В качестве нагревательных приборов должны применяться гладкостенные радиаторы или гладкие трубы. Установка нагревательных приборов в нишах не допускается.

7.3.1.4 Места прохода трубопроводов отопительных систем через внутренние стены, разделяющие помещения нормальных и взрывоопасных категорий, должны быть герметизированы закладными устройствами (с набивками из несгораемых материалов).

7.3.1.5 Производственные помещения, где возможно выделение водорода, должны быть обеспечены механической приточной вентиляцией, естественной или механической вытяжной вентиляцией из верхней зоны помещения. Вентиляция должна устраиваться таким образом, чтобы не допускать образования непродуваемых застойных зон в помещении.

7.3.1.6 Во всех производственных помещениях категорий А и Б по пожарной опасности, независимо от наличия механических систем вентиляции, следует

обеспечить эффективное удаление производственных вредностей из верхней зоны в течение всего года с помощью постоянно действующей естественной вентиляции, для чего на кровле должны устанавливаться незадуваемые фонари или шахты, дефлекторы.

7.3.1.7 Приточно-вытяжная вентиляция должна быть рассчитана на разбавление возможных поступлений в производственное помещение горючих газов до концентрации 10% от нижнего предела воспламенения и токсичных газов до предельно допустимой концентрации (аммиак и др.).

7.3.1.8 При отсутствии данных о количестве поступающих в помещение горючих и токсичных веществ как исключение допускается производить расчеты воздухообмена по кратности обмена, приведенного в таблицах 10, 11, 12.

Т а б л и ц а 10 - Кратность смены объемов воздуха в помещениях производства жидкого водорода

Наименование отделения	Вещество	Кратность обмена воздуха вентиляцией за 1 ч			Примечание
		приточной	вытяжной	аварийной	
Компрессорное	Газообразный водород	2	2	-	Приток механический. Вытяжка естественная
Аппаратурное - кабины	То же	3-5	3-5	-	Приток механический в нижнюю зону. Вытяжка естественная
Азотная компрессорная	Азот	2	2	-	Приток механический в рабочую зону. Вытяжка естественная
Аммиачная компрессорная	Аммиак	5	5	5	Приток и вытяжка механические. Вятяжку производить из нижней зоны (1-1,5 м от пола), а приток – в верхнюю зону
Маслохозяйство	Водород, аммиак	5	5	-	Приток механический. Вытяжка естественная из верхней и нижней зон
ЦПУ	Нет	5	5	-	Механический приток с проверкой на удаление теплоизбытков
Вентиляционные камеры: приточные вытяжные	 Нет Нет	 2 2	 - 2	 - -	Естественный воздухообмен
Газоанализаторные	Водород	По расчету	По расчету	-	Приток механический. Вытяжка естественная

Т а б л и ц а 11 - Кратность смены объема воздуха в помещениях испытательной станции*

Наименование отделения	Кратность обмена воздуха вентиляцией за 1 ч			Примечание
	приточной	вытяжной	аварийной**	
Огневые боксы, барокамеры	15	15-20	12-15	
Боксы холодных испытаний	8-10	8-10	12-15	
Расходные хранилища жидкого водорода	12	12-15	12-15	
Закрытые хранилища газообразного водорода (баллонная)	12	12-15	12-15	
Отсеки жидкого водорода	5-8	5-8	12-15	
Щитовые водорода	12	12-15	12-15	
Щитовая инертных газов	5	5	8	
Манометрическая водорода	12	12-15	12-15	
Помещения щитов станций управления, усилительной и коммуникационной аппаратуры	5	-	-	Расчет по тепловыделению, но не менее 5 об/ч
Вентиляционные камеры: вытяжные приточные	 2 2	 2 -	 - -	
Газоанализаторные	По расчету	По расчету	-	
Водородные компрессорные	12	12	-	Расчет по тепловыделению, но не менее 5 об/ч
Помещения насосов	8	8	12-15	
Помещения КИП	5	5	-	Приток механический в верхнюю зону
Бункер управления	5	5	-	
Кабельные этажи, коридоры, шахты и тоннели	5	5	-	

* В помещениях испытательной станции следует выполнять приток механический – в нижнюю или рабочую зону, вытяжку естественной – из верхней зоны.

** Допускается совмещение аварийной системы вентиляции с постоянно действующей при условии обеспечения суммарной кратности воздухообмена и установки раздельных агрегатов, включающихся независимо друг от друга

7.3.1.9 Вытяжная вентиляция в зоне установки аммиачных или фреоновых компрессоров системы предварительного охлаждения водорода устраивается в виде общеобменной вентиляции и местных отсосов от сальников компрессоров.

Т а б л и ц а 12 - Кратность смены объема воздуха в закрытых помещениях хранилища жидкого водорода

Наименование помещения	Кратность обмена воздуха вентиляцией за 1 ч			Примечание
	приточной	вытяжной	аварийной	
Помещение резервуаров	5-8	5-8	12-15	Приток механический в нижнюю зону. Вытяжка естественная из верхней зоны
Насосные жидкого водорода и станции газификации	8	8	12-15	
Помещения систем переохлаждения и утилизации, где имеется водород	5-8	5-8	12-15	
Щитовые помещения КИП	8	8	12-15	
Сливо-наливные колонки, каналы, коммуникации	5	5	10-12	
Газоанализаторные	По расчету	-	-	

7.3.1.10 В помещении аммиачных компрессоров аварийная вытяжная вентиляция должна обеспечивать вместе с постоянно действующей вентиляцией десятикратный обмен воздуха за 1ч. Включение аварийной вентиляции должно быть сблокировано с газоанализаторами. Кроме автоматического включения аварийной вентиляции необходимо предусмотреть и ручное включение. Пусковые устройства аварийной вентиляции следует располагать у основных входных дверей снаружи помещения.

7.3.1.11 Общеобменная вентиляция, обслуживающая зону установки аммиачных компрессоров, должна осуществляться не менее, чем двумя системами или одной системой с двумя вентиляторами, из которых один резервный.

7.3.1.12 В зависимости от типа аммиачных компрессоров могут устраиваться местные отсосы от сальников компрессоров самостоятельной системой с ре-

зервным вентилятором, автоматически переключающимся при остановке рабочего вентилятора.

7.3.1.13 Вентиляция центрального пункта управления должна осуществляться самостоятельной системой, совмещенной, как правило, с воздушным отоплением, с резервным вентилятором, автоматически включающимся при остановке рабочего вентилятора. Вытяжная вентиляция должна быть естественной. Приточный воздух должен очищаться от пыли и подаваться также в защищаемое пространство центрального пункта управления. Приточные воздуховоды должны быть архитектурно оформлены в соответствии с внутренней отделкой стен и потолка центрального пункта управления.

7.3.1.14 Кратность воздухообмена в помещениях отсеков, где находятся небольшие резервуары с жидким водородом, насосы для жидкого водорода и установки для переохлаждения, утилизации и откачки паров водорода, выбирается по расчету, но должна быть не менее пяти.

7.3.1.15 При необходимости механическая вентиляция электрокабельных тоннелей, проложенных под производственными помещениями производства жидкого водорода, должна быть осуществлена самостоятельными системами. Количество приточного воздуха определяется по тепловыделениям от кабелей и с учетом создания гарантированного подпора воздуха.

7.3.1.16 Для проветривания водяных проходных тоннелей, расположенных под производственными помещениями, следует устраивать механическую приточную вентиляцию. Количество воздуха при этом рассчитывается на ассимиляцию избыточного тепла в тоннеле, но не меньше трехкратного обмена за 1 ч.

7.3.1.17 Подачу воздуха в приточную вентиляционную камеру следует производить от установок, обслуживающих тамбуры-шлюзы, или от ближайших приточных систем, работающих постоянно.

7.3.1.18 Помещение маслопункта, если в него возможно попадание взрывоопасных газов, должно быть обеспечено постоянно действующей механической приточной вентиляцией и естественной вытяжкой.

7.3.1.19 В помещениях тамбур-шлюзов должен быть подпор по отношению к давлению в защищаемом помещении и подаваться не менее 250 $м^3$/ч воздуха (избыточное давление воздуха – 0,002 $кгс/см^2$).

7.3.1.20 Рекомендуется каждое производственное помещение обслуживать самостоятельной приточной системой. Допускается обслуживание нескольких производственных помещений, с одинаковой категорией по взрывопожарной опасности, одной системой при условии установки на ответвлениях воздуховодов к каждому помещению автоматических обратных клапанов.

7.3.1.21 Обслуживание одной приточной системой помещений разной категории (по взрывопожарной опасности) не допускается.

7.3.1.22 Вентиляторы приточных систем, обслуживающие взрывоопасные помещения и расположенные вне этих помещений или в изолированных вентиляционных камерах, а также электродвигатели к ним могут устанавливаться в нормальном исполнении при условии, если на воздуховодах приточных систем в пределах вентиляционной камеры предусмотрены автоматические обратные клапаны, изолирующие приточную камеру от взрывоопасного помещения при остановке приточного вентилятора.

7.3.1.23 В одной приточной камере допускается устанавливать несколько приточных систем, обслуживающих производственные помещения с разными категориями по пожарной опасности. При этом в воздуховодах после вентилятора в пределах вентиляционной камеры должны быть установлены обратные автоматические клапаны, и каждая система должна иметь самостоятельный воздухозабор.

7.3.1.24 Не разрешается размещать приточные и вытяжные системы в одной камере, а также вытяжные системы, обслуживающие помещения разной категории по пожарной опасности.

7.3.1.25 При отсутствии в вентилируемых помещениях влаговыделений вытяжные вентиляторы следует размещать, как правило, снаружи на фундаментах, площадках и перекрытиях зданий.

7.3.1.26 В производственных помещениях категорий А и Б воздуховоды должны выполняться из несгораемых материалов.

7.3.1.27 Переключающие и регулирующие клапаны в вытяжных воздуховодах и шахтах в кровле, обслуживающие взрывоопасные помещения, должны быть выполнены из материалов и в конструкциях, не допускающих искрообразования.

7.3.1.28 В производственных помещениях все металлические воздуховоды и оборудование вентиляционных систем следует заземлять согласно правилам [13].

7.3.1.29 Вентиляционные агрегаты и воздуховоды должны быть оборудованы звукопоглощающими и звукоизолирующими устройствами из негорючих материалов, а также устройствами по предупреждению вибрации.

7.3.1.30 Рекомендуется производить открытую прокладку воздуховодов, допускающую их осмотр и ремонт. Подземные и подпольные вытяжные каналы не допускаются.

7.3.1.31 Воздуховоды, обслуживающие пожаро-и взрывоопасные помещения категорий А и Б, как правило, не разрешается проводить через помещения другой категории (по пожарной опасности). В случаях необходимости такой прокладки воздуховоды должны быть герметичными (на сварке), без разъёмных соединений и заключены в железобетонный короб или оштукатурены по металлической сетке цементным раствором толщиной не менее 25 мм по всей длине воздуховода в данном помещении.

7.3.1.32 Вентиляторы постоянно действующей вентиляции должны иметь местное и дистанционное включение (отключение). В диспетчерской на щит управления должны быть вынесены сигналы, оповещающие о нарушениях работы постоянно действующих систем вентиляции, а также предусмотрены отключения всех вентиляционных систем при пожаре.

7.3.2 Требования к водоснабжению и канализации

7.3.2.1 При проектировании и устройстве водоснабжения и канализации производственных и вспомогательных помещений следует руководствоваться требованиями СП 30.13330, СП 31.13330, СП 32.13330, [13].

7.3.2.2 Запрещается объединять различные потоки сточных вод, способных при смешении образовывать и выделять токсичные или взрывоопасные смеси или выпадающие осадки.

7.3.2.3 В целях предупреждения попадания в канализацию и распространения в ней огнеопасных паров и газов следует предусматривать устройство вентиляционных стояков из первого колодца (на выходе отработанной воды из цеха).

Вентиляционный стояк должен быть выведен выше конька крыши производственного здания не менее чем на 0,7 м.

7.3.2.4 Прокладка трубопроводов через стены и перекрытия, отделяющие взрывоопасные помещения от других, должна осуществляться с помощью закладных устройств, обеспечивающих герметизацию отверстий.

7.3.2.5 Трубопроводы систем водоснабжения, в том числе и систем отопления, необходимо заземлять согласно действующим правилам [13].

7.3.2.6 Все виды ремонтных работ на водопроводных сетях и сооружениях должны выполняться с обязательным соблюдением инструкций по охране труда при работе на водопроводных сетях и сооружениях.

7.4 Требования к вспомогательным зданиям и помещениям

7.4.1 Вспомогательные здания и помещения должны удовлетворять требованиям норм СП 44.13330.

Вспомогательные здания и помещения производства жидкого водорода должны удовлетворять нормативным документам.

7.4.2 Вспомогательные помещения следует располагать в отдельно стоящих зданиях. Эти здания могут проектироваться для нескольких производств (цехов, установок, объектов). Разрывы между ними, производственными зданиями и открытыми установками должны удовлетворять требованиям настоящего Свода правил.

7.4.3 Пультовые управления стендов I, II, III и IV категорий, административно-бытовые помещения, а также вспомогательные производства, требующие постоянного присутствия обслуживающего персонала, должны быть отнесены от испытательных стендов, закрытых хранилищ или открыто стоящих резервуаров жидкого водорода на безопасные расстояния согласно приложениям А и Б.

7.4.4 Вспомогательные и подсобно-производственные помещения хранилищ жидкого водорода и испытательных стендов, в которых по условиям эксплуатации (при наличии водорода в системе) не требуется постоянного присутствия обслуживавшего персонала, могут располагаться в производственных зданиях. При этом они должны размещаться в самостоятельном отсеке здания, отделенном от производственных помещений тамбуром-шлюзом, с гарантированным подпором воздуха и кратностью обмена воздуха не менее трех.

Стены, отделяющие отсек от производственных помещений, должны быть герметичными и иметь предел огнестойкости не менее Е120.

7.4.5 Для хранения проб газообразного и жидкого водорода в аналитической лаборатории (газоанализаторной) должно быть оборудовано специальное помещение, отделенное от остальных помещений глухой стеной с пределом огнестойкости не менее EI 60; помещение должно иметь выход непосредственно наружу или через тамбур-шлюз в коридор.

В аналитической лаборатории допускается хранить и использовать водород в количестве, которое может в аварийных ситуациях создать во всем объеме помещения концентрацию водорода не более 10 % от его нижнего предела воспламенения.

8 Электротехническая часть

8.1 Требования к электрооборудованию

8.1.1 Общие требования.

8.1.1.2 Электрооборудование взрыво- и пожароопасных помещений и наружных установок должно соответствовать требованиям [3], [14], а также требованиям данного раздела.

8.1.1.3 В помещениях, где возможно выделение водорода, как правило, следует устанавливать только те элементы электрооборудования, которые непосредственно связаны с технологическими установками, например, концевые выключатели клапанов, некоторые датчики и т.п. Они должны быть взрывозащищенными. Остальные электрические аппараты, а также усилительную и коммута-

ционную аппаратуру измерительных систем следует располагать в отдельных помещениях, изолированных от взрывоопасных.

8.1.1.4 Для размещения пускорегулирующей аппаратуры (щитов станций управления, распределительных щитов, панелей реле, клеммных сборок и т.п.) должны предусматриваться специальные помещения. Эти помещения не должны непосредственно сообщаться с взрывоопасными.

Примечание - Такие помещения (длиной более 7 м) должны иметь два выхода. В помещениях щитов станций управления рекомендуется размещать также пускорегулирующую аппаратуру электродвигателей приточных и вытяжных вентиляционных систем.

8.1.2 Распределение электропотребителей по категориям надежности электроснабжения

По I категории электроснабжения должны быть обеспечены следующие электроприёмники, нарушение работы которых может вызвать аварийную ситуацию:

- источники питания систем управления и измерения;

- аппаратура систем контроля утечек водорода;

- системы блокирования, если они не совмещены с основной системой управления и измерения;

- аварийная вентиляция;

- аварийное освещение;

- установки пожаротушения и охлаждения;

- установки связи и телевидения;

- системы пожарной сигнализации.

Остальные потребители электроэнергии могут быть отнесены к II категории надежности электроснабжения.

8.1.3 Требования к исполнению электрооборудования

8.1.3.1 Выбор исполнения электрооборудования, располагаемого во взрывоопасных помещениях, должен соответствовать указаниям главы 7.3 правил [3].

8.1.3.2 Аппараты, средства автоматизации и сигнализации, устанавливаемые во взрывоопасных помещениях и установках, должны иметь взрывобезопасный уровень электрозащиты.

8.1.3.3 Электрическая невзрывозащищенная аппаратура (датчики, уровнемеры, электропневмоклапана, секундомеры и т.п.), размещаемая непосредственно в помещениях категории $\frac{А}{В\text{-}1а}$ и $\frac{А}{В\text{-}1Г}$ испытательных комплексов, должна устанавливаться в герметичных шкафах, находящихся под избыточным давлением инертного газа.

Примечание - При применении инертных газов должны быть предусмотрены меры, оповещающие о понижении концентрации кислорода в воздухе помещения ниже 19 %.

8.1.3.4 Электрическая аппаратура с искробезопасным видом взрывозащиты может устанавливаться на щитах открыто.

8.1.3.5 Для подключения искробезопасной аппаратуры должны предусматриваться отдельные пломбируемые клеммные шкафы и кабельные линии. Шкафы должны удовлетворять требованиям правил [3].

8.1.3.6 Механизмы с электрическим приводом для открывания переплётов в помещениях категорий А и Б по пожарной опасности должны быть взрывобезопасными.

8.1.4 Требования к электропроводке и кабельным линиям

8.1.4.1 Выбор и устройство электропроводок и кабельных линий должны производиться в соответствии с указаниями правил [3].

8.1.4.2 Электропроводки, выполненные изолированными проводами и в стальных трубах, должны удовлетворять требованиям норм [15].

8.1.4.3. Для силовых и осветительных сетей в помещениях классов В-1а и В-1б, наружных установках класса В-1г разрешается применять беструбные проводки кабелей марки ВБВ, предназначенных специально для открытой прокладки во взрывоопасных помещениях. Монтаж этих кабелей следует вести в соответствии с инструкцией [16], так же как и осветительных сетей взрывоопасных помещений.

8.1.4.4 Монтаж электрооборудования и проводок должен выполняться в соответствии с требованием инструкции [16].

8.1.5 Требования к защитному заземлению.

8.1.5.1 Устройство защитного заземления электрооборудования необходимо выполнять в соответствии с правилами [3].

8.1.5.2 Во всех взрывоопасных установках заземлению подлежат электрические установки всех напряжений постоянного и переменного тока. Отдельно должны заземляться также элементы электрооборудования, установленные на заземленных металлических конструкциях.

8.1.5.3 Заземление взрывозащищенного электрооборудования должно выполняться в соответствии с требованиями инструкции по монтажу и эксплуатации завода-изготовителя на данный тип изделия.

8.1.6 Требования к молниезащите и защите от статического электричества.

8.1.6.1 Устройства молниезащиты должны выполняться в соответствии с требованиями [17].

8.1.6.2 Молниезащиту стендов испытательных комплексов, закрытых хранилищ и резервуаров с жидким водородом, расположенных вне зданий, следует выполнять по II категории с дополнительным заземлением.

8.1.6.3 Здания и сооружения производств жидкого и газообразного водорода по устройству молниезащиты относятся ко II категории. Защита от прямых ударов осуществляется молниеотводами, установленными непосредственно на самом сооружении. Токоотводы могут прокладываться по стенам, колоннам и крышам этих сооружений. Заземлители должны располагаться вне защищаемого сооружения по его контуру на расстоянии 0,8 - 1,0 м от фундамента. Защита от вторичных проявлений молнии выполняется аналогично защите от статического электричества.

8.1.6.4 Защита от статического электричества должна производиться в соответствии с действующими правилами [13] и приложением Д.

8.1.6.5 Для отвода статического электричества, накапливающегося на людях, необходимо устройство электропроводящих полов или заземленных зон, подмостков, рабочих площадок, поручней.

8.2 Электроосвещение

8.2.1 Общие требования к электроосвещению.

8.2.1.1 Проектирование и устройство электроосвещения производить в соответствии с действующими правилами СП 52.13330, [3], [5].

8.2.1.2 Во всех производственных помещениях и наружных установках должны предусматриваться системы общего и местного (на панелях и щитах управления) аварийного и переносного (ремонтного) освещения.

8.2.1.3 В случаях технической целесообразности возможно освещение взрывоопасных помещений всех классов через окна и остекленные проемы в стенах здания.

8.2.1.4 Освещенность открытых площадок и территории комплекса водородных сооружений, а также устройство наружного освещения должны соответствовать требованиям глав 6.3 и 6.4 правил [3].

8.2.1.5 Минимальная освещенность помещений при лампах накаливания должна быть 50 лк для машинных залов и 30 лк для остальных производственных помещений и наружных установок и соответственно 150 и 100 лк при люминесцентных лампах.

8.2.1.6 Минимальная освещенность рабочих мест должна быть 100 лк и 75 лк - при лампах накаливания, 150 лк и 100 лк - при люминесцентных лампах.

8.2.1.7 Освещенность на изделиях и деталях при подсветах для телевидения и при освещении взрывозащищенными светильниками с лампами накаливания рекомендуется обеспечивать не менее 100 лк.

8.2.1.8 В соответствии с правилами СП 52.13330, [3] должно предусматриваться устройство аварийного освещения в производственных помещениях для продолжения работ и в подсобных - для эвакуации людей.

8.2.1.9 Для внутреннего осмотра оборудования должны применяться взрывозащищенные переносные светильники напряжением не более 12 В, защищенные металлической сеткой. Ремонтные работы необходимо производить при общем освещении.

8.2.1.10 Питание переносных светильников должно производиться через стационарные понижающие трансформаторы. Применение переносных трансформаторов запрещается.

8.2.1.11 Штепсельные розетки и понижающие трансформаторы должны иметь исполнение, соответствующее классу в среде данного помещения, или устанавливаться вне взрывоопасного помещения.

8.2.2 Требования к выбору типа светильников

8.2.2.1 Для электрического освещения взрывоопасных помещений класса В-1а со средой водорода следует применять лампы накаливания во взрывонепроницаемых светильниках.

8.2.2.2 Для обеспечения телевизионного обзора и фотографирования в огневых боксах, барокамерах, щитовых и манометрических помещениях необходимо предусматривать установку специальных светильников или устройств для подсветов рабочих плоскостей измерительных приборов освещенностью не менее 100 лк. При этом подсветы в помещениях с водородной средой должны выполняться во взрывозащищенном исполнении.

8.2.3 Требования к питанию сети освещения и управлению освещением.

8.2.3.1 Сети рабочего и аварийного освещения должны быть раздельными, начиная от щита трансформаторных подстанций.

8.2.3.2 Питание устройств, служащих для теле- и фотоподсвета, рекомендуется осуществлять по отдельным сетям, независимым от сетей рабочего и аварийного освещения помещений.

8.2.3.3 Для фото- и телеподсвета рекомендуется питание сети от двух взаимно резервируемых источников питания.

8.2.3.4 Управление электроосвещением помещений должно быть максимально централизованным и производиться со щитков и щитов. В необходимых случаях следует предусматривать дистанционное управление отдельными видами освещения с центрального распределительного пункта, бункера управления или пультовой.

8.2.3.5 Групповые осветительные щитки, вводные пункты, блоки автоматического переключения и другая аппаратура общепромышленного исполнения должны устанавливаться в специально предусматриваемых электрощитовых помещениях вне взрывоопасных помещений и наружных установок.

8.3 Приём в эксплуатацию и эксплуатация электрооборудования

8.3.1 Приём электрооборудования в эксплуатацию осуществляется комиссией, назначенной руководством предприятия.

8.3.2 При сдаче электрооборудования в эксплуатацию комиссии должна быть представлена техническая документация в соответствии с инструкцией [16], инструкциями заводов-изготовителей, актом замеров сопротивлений изоляции и заземлений, нормами СП 30.13330 и другими нормативными документами.

8.3.3 Эксплуатация взрывозащищенного электрооборудования должна производиться по утвержденным инструкциям, разработанным в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей.

9 Требования к проектированию и монтажу оборудования

9.1 Общие требования к проектированию

9.1.1 Проектирование оборудования должно вестись специализированными проектными организациями в соответствии с утвержденной и действующей технической документацией, общегосударственными и другими нормативными документами и указаниями настоящего Свода правил.

Примечание - Под оборудованием здесь и далее следует понимать аппараты, насосы, компрессоры, вакуумные установки, резервуары, трубопроводы, арматуру, агрегаты автоматики и т.п., работающие с жидким и газообразным водородом.

9.1.2 При проектировании оборудования и систем следует предусматривать максимальную механизацию и автоматизацию технологических процессов и дистанционное управление максимальным числом технологических операций.

9.1.3 Материалы для изготовления оборудования должны надежно работать в среде жидкого или газообразного водорода при соответствующих рабочих давлениях и температурах.

При выборе материалов следует руководствоваться рекомендациями, приведенными в приложении В и нормативных документах [11], [12].

9.1.4 Оборудование должно быть герметичным и иметь минимальное число разъёмных прокладочных соединений. Соединения, как правило, выполняются сварными.

9.1.5 В конструкции оборудования должны быть исключены или сведены к минимуму застойные (тупиковые) зоны.

9.1.6 Конструкция оборудования должна обеспечивать проведение операций подготовки систем к заполнению жидким водородом в соответствии с [18] и подсоединение КИП.

9.1.7 Оборудование, предназначенное для ожижения, хранения и транспортировки жидкого водорода, должно иметь высокоэффективную теплоизоляцию, обеспечивающую минимальный теплоприток к жидкому водороду.

9.1.8 Конструкция оборудования, работающего при низких температурах, должна предусматривать компенсацию температурных деформаций.

9.1.9 Криогенное оборудование без изоляции, на поверхности которого возможна конденсация воздуха, должно иметь защитные кожухи или лотки, предотвращающие попадание конденсата на расположенные рядом металлоконструкции, оборудование, а также места обслуживания, проходы, транспортные магистрали и т.п.

9.1.10 Конструкция оборудования должна обеспечивать снятие зарядов статического электричества.

9.2 Требования к расположению технологического оборудования и рабочих мест при производстве водорода

9.2.1 Расположение оборудования должно обеспечивать безопасность и удобство его обслуживания и ремонта.

9.2.2 Наружные установки следует, как правило, располагать со стороны глухой стены здания цеха или в его торцевой части.

9.2.3 При необходимости размещения открытых установок по обе стороны здания, с которым они связаны, или одной открытой установки и двух зданий, между которыми она расположена, одна из установок или одно из зданий технологического комплекса должно располагаться на расстоянии не менее 8 м при глухой стене и не менее 12 м при стене с оконными проемами независимо от площади, занимаемой зданиями и установками.

Вторая установка и здание, с которым она связана, располагаются с учетом требований 9.2.4 и 9.2.5.

9.2.4 Площадь отдельно стоящей открытой установки не должна превышать:

1000 м^2 - при высоте до 30 м;

3000 м^2 - при высоте 30 м и более.

При большей площади открытая установка должна делиться на секции, разрывы между которыми должны быть не менее 15 м.

Примечания

1 Площадь наружной установки принимается по площади на нулевой отметке; границы ее проходят на расстоянии 2 м от прямых линий, соединяющих точки максимально выступающих частей аппаратов, постаментов и колонн этажерок.

2 Ширина отдельно стоящей наружной установки или ее участков не должна быть более 42 м.

3 Высотой установки следует считать максимальную высоту оборудования или этажерки, занимающих не менее 30% общей площади установки.

4 Предельные площади, отдельно стоящих установок, относятся к установкам с аппаратами и емкостями, содержащими жидкий водород.

Для установок, содержащих водород и другие горючие газы не в жидком состоянии, предельная площадь увеличивается в 1,5 раза.

9.2.5 В случаях, когда суммарная площадь части здания между противоположными стенами и примыкающей к ней открытой установки производств категории А по пожарной опасности не превышает допустимой согласно правил [3], расстояние между зданием и открытой установкой не нормируется.

При этом:

- суммарная площадь может быть принята до 7500 м^2;

- расположение открытых установок допускается только с одной стороны здания у глухой стены; разрешается устройство в этой стене дверных проемов для обслуживания наружных установок;

- ширина открытых установок не должна быть более 30 м.

В случаях, когда суммарная площадь части здания и открытой установки превышает допускаемую нормами, расстояние от открытых установок с аппаратами, содержащими горючие газы, до зданий, технологически связанных с ними, не должно быть менее 8 м до глухой стены зданий и менее 12 м до стены с проемами. Между этажеркой и зданием допускается располагать лишь цеховую эстакаду для трубопроводов.

Примечание - Отдельные аппараты с жидким водородом общим объёмом до 16 м^3, а также аппараты, содержащие водород и другие горючие газы, вынесенные из помещения цеха, но связанные с ним, следует, как правило, устанавливать в торцах или простенках этого помещения. При расположении этих аппаратов против оконных проемов до них не должно быть менее 4 м, а до оконных и дверных проемов помещений категорий В1-В4, Г и Д менее 10 м. В случаях, когда разрыв менее 10 м, необходимо оконные проемы помещений категорий В1-В4, Г и Д заполнять стеклоблоками или армированным стеклом. Расстояние от аппаратов, не содержащих горючих паров и газов, не нормируется.

9.2.6 При установке оборудования необходимо предусматривать:

- основные проходы в местах постоянного пребывания работающих, а также по фронту обслуживания щитов управления (при наличии постоянных рабочих мест) шириной не менее 2 м;

- основные проходы по фронту обслуживания машин (компрессоров, насосов, газодувок и т.д.) и аппаратов, имеющих арматурные шкафы, местные контрольно-измерительные приборы и т.п. (при наличии постоянных рабочих мест), шириной не менее 1,5 м;

- проходы между аппаратами, а также между аппаратами и стенами помещений, при необходимости кругового обслуживания, шириной не менее 1 м.

Примечание - Указанные расстояния не относятся к аппаратам, представляющим часть агрегата, в этом случае расстояние между отдельными аппаратами агрегата определяется технологической целесообразностью и возможностью обслуживания.

- проходы для осмотра и периодической проверки и регулировки аппаратов и приборов шириной не менее 0,8 м.

Примечание - При размещении прямоугольных аппаратов длиной свыше 1 м вдоль стены здания расстояние между стеной и аппаратом следует принимать не менее 0,8 м.

- проходы между насосами шириной не менее 0,8 м;

- проходы у оконных проемов, доступных с уровня пола или площадки, шириной не менее 1 м;

- проходы между компрессорами шириной не менее 1,5 м, за исключением малогабаритных машин шириной и высотой до 0,8 м, для которых разрешается уменьшать ширину прохода до 1 м;

- ремонтные площадки, достаточные для разборки и чистки аппаратов и их частей, без загромождения рабочих проходов, основных и запасных выходов и площадок лестниц;

- расположение разъёмных соединений оборудования и трубопроводов в местах, удобных для обслуживания.

Примечания

1 В больших цехах центральные и основные проходы должны быть, как правило, прямолинейными и свободными от оборудования.

2 Минимальные расстояния для прохода устанавливаются между наиболее выступающими частями оборудования с учетом фундаментов, изоляции, ограждения и других дополнительных устройств.

3 При небольших размерах насосов разрешается установка двух и более насосов на одном фундаменте; в этом случае расстояние между насосами определяется условиями их обслуживания.

9.2.7 Вблизи компрессорных установок не допускается размещать производственные и вспомогательные помещения с измерительными приборами, чувствительными к колебаниям и толчкам (газоанализаторные, диспетчерские, щитовые, лаборатории и др.).

9.2.8 В компрессорных должны предусматриваться изолированные помещения щитовых для постоянного пребывания обслуживающего персонала, оборудованные дистанционными измерительными приборами. Эти помещения должны иметь защиту от проникающего шума.

9.2.9 Аппаратура, связанная с очисткой газов, как правило, должна размещаться вне здания. Размещение этой аппаратуры внутри здания допускается в исключительных случаях по технологическим причинам.

9.2.10 Провисающее оборудование должно быть ограждено бортом высотой не менее 0,15 м.

9.2.11 Допускается размещение технологически связанного оборудования на кровле здания с производствами, отнесенными по взрывопожарной и пожарной опасности к категории А, или на перекрытии этажерки, совмещенной с указанным зданием. При этом покрытие должно удовлетворять требованиям 7.2.1.2, должно быть непроницаемым для жидкого водорода и иметь сплошной борт высотой не менее 0,15 м.

Не допускается расположение вспомогательных и подсобно-производственных помещений, встроенных в наружные этажерки, для производственных процессов, отнесенных по пожарной опасности к категориям А и Б. При открытом расположении насосов под этажерками, несущими аппаратуру, перекрытие над насосами должно быть непроницаемым для жидкого водорода и иметь сплошной борт высотой 0,15 м.

9.2.12 Резервуары и аппараты с жидким водородом, расположенные на перекрытиях или площадках цехов и наружных установок или на высоких постаментах, должны иметь устройство для опорожнения их перед ремонтом и в случае аварии или пожара.

9.2.13 Вместимость аварийных резервуаров должна быть не менее 30% суммарного объёма всех цеховых аппаратов, но не менее вместимости наибольшего аппарата (резервуара).

9.2.14 Расстояние от производственных зданий до аварийных или дренажных резервуаров принимается как для расположенного вне здания технологического оборудования. Расстояние от аппаратуры, расположенной в наружных установках, до аварийных или дренажных емкостей не нормируется, но они должны размещаться вне габаритов этажерки. Не рекомендуется располагать аварийные и дренажные емкости между зданием и наружной установкой, связанной с этим зданием.

9.2.15 Аппараты и агрегаты, требующие наблюдения за температурой, дав-

лением и другими параметрами и находящиеся на значительном расстоянии от рабочего места, должны снабжаться дистанционными приборами с показаниями на щите управления и контрольными приборами на месте установки или приспособлениями для возможности подключения контрольных приборов.

9.2.16 Машины и аппараты, обслуживаемые подъёмными кранами, следует размещать в зоне приближения крюка крана. В этой же зоне должны быть предусмотрены площадки или проходы для установки транспортируемых деталей оборудования.

9.2.17 Запрещается располагать оборудование с пожаро-и взрывоопасными веществами над и под вспомогательными помещениями.

9.2.18 Постоянное рабочее место обслуживающего персонала должно быть оборудовано удобным столом, стулом и шкафом для рабочего и аварийного инструмента. На рабочем месте должен находиться комплект производственных инструкций по данному рабочему месту, инструкция по технике безопасности и пожарной безопасности.

9.3 Общие требования к аппаратам и предохранительным устройствам производства водорода

9.3.1 Проектирование, изготовление и эксплуатация сосудов и аппаратов, работающих под избыточным давлением свыше 0,07 МПа (0,7 кгс/см^2), должны соответствовать требованиям правил [12], [19].

9.3.2 Замеры уровня жидкостей в аппаратах и сосудах в соответствии с категорией взрывоопасности [5], как правило, производятся дистанционно. Для контроля качества водорода аппараты и сосуды должны быть оснащены средствами отбора проб.

9.3.3 Для промывки и продувки аппаратов с взрывоопасными и токсичными веществами (перед ремонтом, внутренним осмотром и испытанием) должны быть предусмотрены штуцеры подачи в них инертного газа.

9.3.4 Аппараты, работающие под давлением, а также все участки жидкостных водородных систем и трубопроводов, ограниченные запорной арматурой, должны иметь предохранительные устройства (предохранительные клапаны, мембраны), обеспечивающие выброс газа в дренажную систему или в газгольдер при повышении давления сверх допустимого значения. Общее количество предохранительных устройств, пропускная способность, а также правила их установки должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.085 и [12].

9.3.5 Предохранительные клапаны, устанавливаемые на линиях (аппаратах) низкого давления после дроссельных и регулирующих устройств, должны быть рассчитаны на максимальное количество газа, проходящее через дроссельное или регулирующее устройства при полном их открытии и при закрытом выходе из аппарата.

9.3.6 При установке предохранительных клапанов на переключающихся аппаратах клапан должен быть рассчитан на повышение давления в аппарате от нагрева при закрытых входе и выходе газа в случае разгерметизации изоляционного пространства.

9.3.7 Предохранительные клапаны, устанавливаемые на аппаратах и трубопроводах жидкого водорода, следует рассчитывать на повышение давления при закрытых входе и выходе: за счет нагрева водорода от теплопритоков из окружающей среды, в случае разгерметизации изоляционного пространства, при нарушении работы системы наддува резервуара.

9.3.8 Предохранительные клапаны систем продувки нужно рассчитывать на случай закрытого выхода газа из системы при полностью открытом вентиле, подающем продувочный газ.

9.3.9 Проверку предохранительных клапанов, установленных на переключающихся аппаратах, следует производить не реже 1 раза в 6 месяцев, а также после отогрева аппаратов перед их включением в работу. Проверку срабатывания предохранительных клапанов следует производить с помощью устройства для принудительного открытия перед каждым пуском агрегата ожижения водорода.

9.3.10 При применении МПУ необходимо принимать меры, исключающие возможность выбросов вредных и взрывоопасных газов в помещение, а также исключающие искрообразование и травмирование персонала осколками и частями мембран при их срабатывании.

9.4 Требования к компрессорам

9.4.1 Для компремирования водорода должны применяться компрессоры специального назначения, удовлетворяющие правилам [20].

9.4.2 В помещениях компрессорных отделений допускается размещать аппаратуру и оборудование, технологически или конструктивно связанные с компрессорами.

9.4.3 Передача движения от двигателей к компрессорам и газодувкам может осуществляться через муфту или редуктор. Для снижения потенциала зарядов статического электричества влажность воздуха в этих помещениях рекомендуется поддерживать не более 70 %.

9.4.4 Основные газовые коллекторы (всасывающие и нагнетательные) должны прокладываться вне здания компрессорных, прокладка их в помещении компрессорной допускается только при технологической необходимости, например, когда возможно выделение и замерзание конденсата.

9.4.5 Каждый компрессорный агрегат должен иметь соответствующую запорную арматуру и приспособления на всасывающих и нагнетательных трубопроводах, позволяющие надежно и безопасно отключать его от общего коллектора.

9.4.6 Для уменьшения влияния вибраций, вызываемых работой компрессоров, необходимо соблюдать следующие условия:

- фундаменты под компрессоры должны быть отделены от конструкций здания (фундаментов стен, перекрытий и т.п.);

- площадки между смежными фундаментами компрессоров должны быть вкладными, свободно опирающимися на фундаменты;

- при необходимости должна применяться изоляция фундаментов, предохраняющая их от вибрации;

- трубопроводы, примыкающие к машине, не должны иметь жесткого крепления к конструкциям здания; при использовании таких креплений необходимо предусматривать соответствующие компенсирующие устройства.

9.4.7 Для уменьшения вибрации трубопроводов, вызываемой пульсацией давления газа, в случае необходимости следует предусматривать:

- гашение пульсации в системе путем установки буферных и акустических емкостей непосредственно у компрессоров или на некотором расстоянии, определяемом расчетом;

- минимальное количество поворотов при проектировании обвязочных трубопроводов, изменения направления трубопроводов рекомендуется осуществлять при максимально возможном радиусе поворота;

- расположение крепления трубопроводов на таких расстояниях, чтобы частота собственных колебаний каждого пролета была в 1,5-2 раза больше наивысшей частоты возмущающих сил от работы пульсирующего потока.

9.4.8 После пробного пуска поршневой или мембранной компрессорной установки все всасывающие и нагнетательные трубопроводы должны быть проверены на вибрацию и при необходимости дополнительно закреплены. Места установки дополнительных креплений должны определяться опытным путем.

9.4.9 Компрессорные агрегаты на всех ступенях сжатия должны иметь предохранительные клапаны, приборы измерения давления и температуры газа, масла и охлаждающей воды до и после каждой ступени, а на линии нагнетания - обратный клапан.

9.4.10 На период обкатки, а при необходимости и на первый период работы до получения чистого газа на всасывании во всех компрессорных установках должны быть установлены временные грязеотделители и фильтры, исключающие возможность попадания в цилиндры посторонних предметов, грязи и окалины.

9.4.11 Перед каждой остановкой компрессорного агрегата на текущий ремонт работу предохранительных клапанов проверяют путем их принудительного открытия во время работы компрессора. Эта проверка должна проводиться ответственным за ремонт лицом и выполнение ее отмечается в книге ремонта (журнале компрессора).

9.4.12 Сроки проверки состояния предохранительных клапанов компрессорных агрегатов (включая разборку и чистку) устанавливаются в зависимости от характера и чистоты газа, но не реже, чем через 4000 - 4500 ч их работы.

9.4.13 Компрессоры должны быть оборудованы средствами аварийной сигнализации и блокировками, обеспечивающими безаварийную работу.

9.4.14 В помещениях компрессорного отделения и других участков, где расположено оборудование, подающее или забирающее газ из газгольдеров, необходимо установить указатели предельных положений колокола газгольдера, сблокированные со звуковой и световой сигнализацией.

9.4.15 Во избежание подсоса воздуха при падении давления на всасывающей магистрали компрессоров должна быть предусмотрена предупредительная светозвуковая сигнализация. При снижении давления ниже допустимого предела по технологическому регламенту компрессор должен автоматически останавливаться.

9.4.16 Величина давления на всасывающей магистрали компрессора должна регистрироваться вторичным самопишущим регистрирующим прибором.

Примечание - На компрессорах производительностью до 3 $м^3$/ч допускается установка регистрирующих приборов без записи.

9.4.17 Обкатку газовых компрессоров под нагрузкой как вновь устанавливаемых, так и после ремонта следует производить на азоте и как исключение на рабочем газе, но после предварительной продувки азотом. Время и условия обкатки устанавливаются инструкцией по эксплуатации компрессора, составленной заводом-изготовителем.

9.4.18 Для транспортирования смазочных масел путем передавливания по трубопроводам необходимо применять инертный газ.

Примечание - Масло должно применяться только рекомендованное заводом-изготовителем.

9.5 Требования к резервуарам и цистернам для жидкого водорода

9.5.1 Требования данного раздела распространяются на все транспортные цистерны и стационарные резервуары.

9.5.2 Резервуары и цистерны должны быть сконструированы, изготовлены и испытаны в соответствии с правилами [5], [18]. Испытательное давление для закрытых криогенных сосудов должно не менее чем в 1,3 раза превышать максимальное рабочее давление, увеличенное на 1 бар в случае сосудов с вакуумной изоляцией.

9.5.3 В сосудах для жидкого водорода следует предусматривать систему предохранительных клапанов, состоящую из рабочего и резервного клапанов, мембран и специального трехходового вентиля.

Рабочий и резервный клапаны должны иметь равную пропускную способность, обеспечивающую полную защиту сосуда от превышения давления свыше допустимого. Для обеспечения ревизии и ремонта клапанов до них должна быть установлена отключающая аппаратура с блокирующим устройством, исключающим возможность одновременного закрытия запорной арматуры на рабочем и резервном клапанах, причем проходное сечение в узле переключения в любой ситуации должно быть не менее проходного сечения устанавливаемого клапана.

9.5.4 Резервуар должен быть оборудован приборами для измерения уровня жидкости, давления во внутреннем сосуде, портом для откачки и контроля вакуума в изоляционной полости, прибором для регистрации падения давления во внутреннем сосуде менее 0,13 МПа (абс.) (1,3 кгс/см^2) для транспортных цистерн и 0,115 МПа (абс.) (1,15 кгс/см^2) для стационарных резервуаров и, при необходимости, прибором контроля температуры стенки сосуда.

Примечание - Для транспортных резервуаров, используемых для перевозки жидкого водорода внутри одного объекта, установка контрольного прибора для регистрации падения давления ниже 0,13 МПа (1,3 кгс/см^2) не обязательна.

9.5.5 Резервуары должны быть оснащены устройствами для отбора жидких проб на анализ.

9.5.6 Сварные швы внутренних сосудов должны быть испытаны в соответствии с нормами [19] и подлежат 100 % - ной рентгеноскопии. Допускается замена рентгеноскопии другим равноценным методом контроля качества сварных швов.

9.5.7 Конструкция цистерны и ее оборудование должны:

- обеспечивать транспортировку продуктов с установленной скоростью;

- выдерживать продольные и поперечные нагрузки и вибрационные воздействия согласно [21], [22].

- обеспечивать безопасность газосброса в пути следования.

9.5.8 Техническая документация на цистерну должна быть согласована с заказчиком, органами Ростехнадзора, ОАО РЖД и специализированными организациями.

9.5.9 Арматура цистерны должна соответствовать требованиям 8.9.3 и обеспечивать возможность надежного ее крепления на цистерне с учетом воздействия динамических и вибрационных нагрузок.

9.5.10 Конструкция цистерны и ее оборудования должна обеспечивать возможность надежного заземления в соответствии с действующими правилами [7], [13].

9.5.11 Система замера уровня жидкости и давления во внутреннем сосуде цистерны должна обеспечивать возможность подключения к ней дублирующих приборов.

9.5.12 Технологическая схема и конструкция цистерны должны обеспечивать возможность проведения операций наддува и газосброса средствами станции наполнения.

9.5.13 Основная арматура и приборы цистерны должны размещаться в закрытом шкафу, выполненном из несгораемых материалов.

9.5.14 Шкаф должен быть оборудован вентиляционным устройством и системой пожаротушения, имеющей автоматическое и/или ручное включение.

9.5.15 Цистерна должна иметь систему продувки инертным газом трубопроводов газосброса.

9.5.16 Цистерна должна быть оснащена устройствами для отбора жидких проб на анализ.

9.5.17 Автоцистерны (прицепы и полуприцепы) для перевозки жидкого водорода должны пройти обязательные сертификационные испытания, как механические транспортные средства на соответствие требованиям правил ЕЭК ООН и обеспечивать его транспортировку по автомобильным дорогам первой и второй технических категорий с асфальто-бетонными и цементо-бетонными покрытиями согласно [23], [24], [25], [26].

9.5.18 Конструкция автоцистерны и ее оборудование должны выдерживать продольные, вертикальные (вверх и вниз) и поперечные нагрузки, вибрационные воздействия согласно нормам, установленным для автоцистерн, перевозящих сжиженные газы (опасные грузы класса 2) . Расчет предохранительных клапанов автоцистерн должен выполняться по нормам [23].

9.5.19 Автоцистерны должны удовлетворять также требованиям 9.5.3, 9.5.4.

9.5.20 Приборы замера давления во внутреннем сосуде резервуара должны быть сдублированы и установлены в зоне видимости водителя.

9.5.21 Требования к участку контроля качества жидкого водорода

В состав комплекса по производству, хранению, транспортированию и использованию жидкого водорода может входить специализированный участок контроля качества, обеспечивающий проведение комплекса аналитических исследований химического состава исходного газообразного водорода и жидкого водорода на всей технологической цепочке.

Участок должен обеспечивать измерение примесей газов в газообразном водороде, поступающем на ожижение и в водороде после его ожижения, включая кислород, азот и другие нормируемые компоненты, а также показатели качества

жидкого водорода, отгружаемого в цистерны для транспортировки другим потребителям.

Методика проведения анализов, оборудование, химреактивы и т.д. должны соответствовать требованиям государственных стандартов, руководящему документу [4] и специальным техническим условиям.

Периодичность проведения в аналитических лабораториях исследований качества водорода устанавливается технологическим регламентом на эксплуатацию комплекса.

9.6 Требования к системам и оборудованию испытательных комплексов

9.6.1 Проектирование оборудования испытательных комплексов должно вестись в соответствии с требованиями 9.1.

9.6.2 При проектировании стендового оборудования и систем должны быть обеспечены максимально возможные автоматизация и дистанционное управление технологическими процессами.

9.6.3 Технологические системы оборудования, автоматика и средства дистанционного управления должны исключать присутствие на рабочих местах обслуживающего персонала во время проведения проливочных и огневых испытаний, а также исключать присутствие персонала при заправке и сливе компонентов.

9.6.4 Рабочая документация на стендовое оборудование должны удовлетворять отраслевым нормам стендовой технической документации.

9.6.5 Совместная прокладка коммуникаций кислорода и водорода от емкости к изделию в одном помещении запрещается (кроме огневого отсека).

9.6.6 При стендах и стендовых корпусах следует предусматривать аварийный слив водорода в систему дожигания выбросов водорода.

9.6.7 Арматурные щиты водорода должны монтироваться в отдельных, изолированных от окислителя, помещениях.

9.7 Требования к космическим заправочным комплексам

9.7.1 Управление космическим заправочным комплексом на всех этапах работы должно быть дистанционным в ручном или автоматизированном режиме с командного пульта управления, расположенного, как правило, вне стартового комплекса. При проведении работ по заправке бака РН или РБ управление системой осуществляется в автоматизированном режиме. При заполнении хранилища и хранении жидкого водорода допускается управление системой в ручном режиме с местного пульта управления, расположенного в защищенном сооружении в районе хранилища.

9.7.2 Допускается прокладка сварных магистральных трубопроводов жидкого и газообразного водорода на открытых эстакадах и агрегатах совместно со сварными трубопроводами окислителя и электрокабелями. Расположение фланцевых соединений, арматуры и мест дренажа в атмосферу кислорода должно быть удалено не менее, чем на 5 м от фланцевых соединений, арматуры и мест дренажа в атмосферу водорода. Расстояние от кабелей до трубопроводов в горизонтальной плоскости должно быть не менее 0,5 м. Прокладка кабелей под трубопроводами не допускается.

9.8 Требования к трубопроводам

9.8.1 Общие требования

9.8.1.1 Все трубопроводы, предназначенные для транспортирования жидкого и газообразного водорода с давлением 0,15 МПа (1,5 кгс/см^2) (абс.) до 42 МПа (420 кгс/см^2) (изб.) и температурой от 13,9 до 573 К, должны проектироваться и изготавливаться в соответствии с основными положениями правил СА 03-003-07, [11], а также требованиями настоящего Свода правил.

Примечание - Некоторые положения правил [11] уточнены и дополнены положениями настоящего Свода правил в части специфических требований к оборудованию криогенных систем хранения и выдачи жидкого водорода. При различии требований изложенных в правилах [11] и настоящем Своде правил необходимо руководствоваться указаниями Свода правил.

9.8.1.2 Трубопроводы жидкого водорода по правилам [11] рекомендуется относить к группе Б/а категории I.

9.8.1.3. Материалы для изготовления трубопроводов по своим техническим характеристикам должны соответствовать рабочим параметрам транспортируемой среды.

В криогенных трубопроводах материалы узлов и деталей, соприкасающихся с жидким водородом или подверженных воздействию криогенных температур, следует выбирать в соответствии с требованиями приложения В.

Материал вакуумного кожуха криогенных трубопроводов выбирается, исходя из требований технического задания, в соответствии с условиями окружающей среды.

9.8.1.4 Трубопроводы для жидкого водорода должны изготавливаться из бесшовных труб.

При отсутствии необходимых размеров труб в сортаменте допускается применение сварных трубопроводов, изготавливаемых по аттестованной технологии сварки со100 % объемом контроля сварного шва.

9.8.1.5 При проектировании и монтаже трубопроводов необходимо применять преимущественно крупные узлы и фасонные детали заводского изготовления, обеспечивающие более высокое качество монтажа и надежность.

Криогенные трубопроводы с вакуумной изоляцией следует, как правило, выполнять из секций, изготовленных и прошедших испытания в заводских условиях.

9.8.1.6 Криогенные трубопроводы должны собираться, как правило, с помощью сварки. Фланцевые соединения допускаются для присоединения к фланцевой арматуре, штуцерам оборудования, участкам, требующим частой расстыковки, замены, разборки, тарировки.

9.8.1.7 При проектировании фланцевых соединений криогенных трубопроводов и резервуаров крепежные детали и прокладки рекомендуется размещать в "теплой" зоне с температурой, близкой к температуре окружающей среды, отделенной от холодных участков оборудования тепловыми мостами.

9.8.1.8 На кожухе криогенных трубопроводов с вакуумной изоляцией должны быть предусмотрены устройства для вакуумирования, измерения вакуума, а

также устройства (мембрана, предохранительный клапан и др.) для предохранения кожуха от разрыва при аварийном повышении давления в теплоизоляционной полости.

9.8.2 Требования к устройству трубопроводов.

9.8.2.1 Трубопроводы жидкого водорода должны иметь по возможности спрямленные трассы с минимальным количеством поворотов и прокладываться с уклоном не менее 1:100 в сторону расходного резервуара.

Трубопроводы рекомендуется размещать таким образом, чтобы обеспечивалась наименьшая протяженность коммуникаций, и исключалось провисание и образование застойных зон.

На отдельных коротких участках при необходимости допускается укладка трубопроводов без уклона.

9.8.2.2 При проектировании трубопроводов должна предусматриваться возможность продувки их инертным газом и отбора проб для анализа состава газовой среды.

Места расположения вентиля для отбора проб газа и штуцера заполнения внутреннего пространства продувочным газом должны находиться на противоположных (по длине) концах трубопровода.

9.8.2.3 Коммуникации инертных газов должны отсекаться от технологических трубопроводов, как правило, с помощью съёмных элементов (съёмной секции, гибкого металлорукава и т.п.) с установкой запорной арматуры по обе стороны разъёма. По окончании продувки съёмные элементы должны быть сняты, а на фланцах установлены заглушки.

В системах, в которых не допускается обслуживание в ходе технологических операций, коммуникации инертных газов следует отделять от технологических трубопроводов двумя отсечными клапанами и дренажным устройством, обеспечивающим прямое соединение пространства между клапанами с атмосферой.

9.8.2.4 Емкости, агрегаты и прочее оборудование систем хранения и выдачи жидкого водорода следует отделять от коллекторов двумя запорными органами с

установкой между ними газосбросного устройства, обеспечивающего прямое соединение отсекаемой полости с атмосферой.

При рабочем давлении в системе не выше 4 МПа (40 кгс/см^2) допускается отделение оборудования от коллектора одним запорным органом с установкой рядом с ним фланцевого соединения для возможности установки заглушки.

Между запорным органом и заглушкой должно быть предусмотрено устройство для контроля герметичности.

9.8.2.5 Устройство неизолированных холодных трубопроводов должно удовлетворять требованиям 9.1.9. Неизолированные дренажные трубопроводы для жидкого водорода и теплообменники, при работе которых возможно образование значительного количества жидкого воздуха, должны оборудоваться защитными кожухами или поддонами с организованным отводом конденсата воздуха.

В местах сбора конденсата должны быть предусмотрены меры противопожарной безопасности в связи с тем, что при испарении жидкого воздуха конденсат может обогащаться кислородом.

9.8.2.6 Запрещается объединять в один коллектор и присоединять к одному газосбросному стояку следующие трубопроводы:

- газосброса и продувки, если объединяемые газы могут образовывать взрывоопасные смеси;

- газосброса от предохранительных клапанов агрегатов и аппаратов, отличающихся по рабочему давлению более чем в 2 раза;

- сброса дренажно-предохранительных клапанов разных агрегатов.

Примечание - Хранилище жидкого водорода, состоящее из нескольких емкостей, объединенных единым коллектором, должно рассматриваться как один агрегат.

9.8.2.7 Для компенсации температурных деформаций трубопроводов должна быть использована самокомпенсация за счет поворотов и изгибов трассы.

При невозможности ограничиться самокомпенсацией необходимо предусмотреть на трубопроводах установку специальных компенсирующих устройств (П-образных, линзовых и волнистых компенсаторов) .

В криогенных трубопроводах рекомендуется применять компенсирующие элементы большого хода (шарнирные секции, металлорукава, устанавливаемые в местах поворотов трассы).

9.8.2.8 При установке нескольких волнистых компенсаторов на прямолинейном участке трубопровода должны быть предусмотрены устройства, равномерно распределяющие общую величину деформации на все компенсаторы и ограничивающие их растяжение (или сжатие) больше расчетной величины.

9.8.2.9 Конструкция подвижных опор должна обеспечивать свободное перемещение участков трубопроводов при температурных деформациях. Усилия от трения в подвижных опорах при перемещении трубопровода должны быть минимальными.

9.9 Требования к трубопроводной арматуре

9.9.1 Арматура, предназначенная для водорода, должна проектироваться в соответствии с основными положениями правил ГОСТ 23866, ГОСТ Р 54808, [12], [27], [28] и требованиями настоящего Свода правил.

9.9.2 Арматура должна иметь герметичность затворов и сальниковых устройств, удовлетворяющих специальным ТУ или требованиям ГОСТ 23866, ГОСТ Р 54808, СА 03-003.

Арматура для жидкого водорода должна иметь преимущественно сильфонное уплотнение шпинделя.

9.9.3 Присоединение арматуры к трубопроводам производится, как правило, на сварке.

9.9.4 В конструкции криогенной арматуры должна быть предусмотрена возможность замены шпиндельного узла и других деталей, подверженных износу, без нарушения вакуума в теплоизоляционной полости.

Примечание - Настоящее требование не распространяется на арматуру, встроенную в трубопроводы, емкости и другие "холодные" полости.

9.9.5 Конструкция криогенной арматуры должна обеспечивать надежную теплоизоляцию от рабочей среды механизмов привода, концевых выключателей, прокладочных соединений и т.п.

Промерзание указанных узлов за счет охлаждения рабочей средой не допускается.

9.9.6 Для пневмоприводов арматуры должны применяться инертные газы.

В арматуре встроенного типа в качестве управляющего газа, как правило, должен использоваться гелий.

9.9.7 Арматура с дистанционным управлением должна оборудоваться концевыми выключателями или сигнализаторами положения.

В особо ответственных системах и установках рекомендуется применять дистанционно управляемую арматуру с ручным фиксатором закрытого или открытого положения.

9.10 Газосброс водорода и газосбросные устройства

9.10.1 Общие положения.

9.10.1.2 Газообразный водород, удаляемый из цистерн, резервуаров хранилищ, аппаратов ожижения и других объектов, может сбрасываться в атмосферу, отводиться в специальные газоприемные устройства типа газгольдеров, возвращаться на производство или в другой технологический цикл работы криогенных систем.

9.10.1.3 При возврате сбрасываемого водорода на производство или в технологический цикл работы криогенной системы чистота возвращаемого водорода должна соответствовать требованиям производства или требованиям технологии работы криогенной системы.

9.10.1.4 Сброс газообразного водорода в атмосферу может производиться без дожигания или с дожиганием на выходе газа в атмосферу.

9.10.2 Газосброс без дожигания.

9.10.2.1 Сброс газообразного водорода без дожигания из элементов стационарных криогенных систем рекомендуется производить через вертикальные труб-

ные стояки с направлением истечения вертикально вверх при наименьшем возможном диаметре выходного сечения трубы.

Допускается применение и других устройств для выпуска газообразного водорода в атмосферу, а безопасность проведения газосброса через такие устройства должна быть обоснована разработчиком устройств.

9.10.2.2 Устройства для выпуска газообразного водорода в атмосферу могут выводиться непосредственно над сооружением, из которого производится газосброс, или располагаться отдельно на открытой площадке. Открытой считается площадка, расположенная на территории какого-либо объекта вне "мертвых" зон зданий и сооружений. "Мертвыми" зонами считаются застойные зоны или зоны рециркуляции воздуха около зданий и сооружений, образующиеся при обтекании их ветровым потоком. Размеры «мертвых» зон определяются в соответствии с нормами, приведенными в «Руководстве по расчету загрязнения воздуха на промышленных площадках» [29].

9.10.2.3 Места расположения газосбросных устройств и их высота должны выбираться с таким расчетом, чтобы при заданных расходах газа и диаметре выходного сечения газосбросного патрубка обеспечить условия, при которых опасная зона струи сбрасываемого газа не достигает:

- зданий и сооружений;

- мест размещения обслуживающего персонала;

- мест расположения воздухозаборных устройств вентиляционных и других систем.

9.10.2.4 Для зданий, сооружений и мест размещения обслуживающего персонала опасной считается зона по горизонтали и вертикали вокруг среза газосбросной трубы, внутри которой концентрация водорода в воздухе составляет 4 % и более.

9.10.2.5 Размеры опасной зоны струи сбрасываемого газа при заданных начальных параметрах струи (скорости истечения и температуры газа) и заданной скорости ветра должны определяться специальным расчетом в соответствии [30], на основании результатов которого производится выбор безопасных расстояний.

9.10.2.6 Минимально допустимые безопасные расстояния по горизонтали от среза сбросного патрубка до окружающих объектов и сооружений, находящихся на уровне или выше уровня выходного сечения сбросного патрубка, выбираются в соответствии с таблицами 13 и 14.

9.10.2.7 Для выбора мест расположения воздухозаборных устройств оценка размеров зон загазованности вокруг среза трубы газосброса производится по нормам, исходя из условия рассеивания сбрасываемого водорода ветром в соответствии с "Руководством по расчету загрязнения воздуха на промышленных площадках" [29].

9.10.2.8 Высота трубных стояков газосброса, располагаемых на открытых площадках, должна быть не менее 6 м, считая от уровня земли.

9.10.2.9 Выходное сечение газосбросного стояка, выведенного над зданием или сооружением, должно быть расположено выше среднего уровня «мертвой» зоны над крышей здания цеха или купола сооружения на значение вертикальной полуширины опасной зоны струи сбрасываемого газа при сносе её ветром, но на высоте не менее 3 м выше самой высокой точки сооружения, над которым выведен стояк, и на той же высоте выше верхних точек соседних зданий и сооружений, если последние попадают в опасную зону струи газа при сносе её ветром в любом направлении по горизонтали от выходного сечения стояка.

Максимальная полуширина опасной зоны по вертикали от уровня выходного сечения стояка определяется по соотношению $b_{max} = 0,1L_в$, где $L_в$ – представлена в таблицах 13 и 14.

9.10.2.10 Зона, расположенная ниже уровня выходного сечения стояка на полуширину опасной зоны, считается безопасной.

9.10.2.11 В выходном сечении газосбросного стояка рекомендуется устанавливать устройства, предотвращающие попадание в стояк и подводящие коммуникации пыли и влаги из атмосферы.

9.10.2.12 Перед началом и после окончания газосброса должна производиться продувка газосбросных магистралей десятикратным (по отношению к объему продуваемой магистрали) объемом газообразного азота.

Т а б л и ц а 13 – Минимально допустимые безопасные расстояния $L_в$ и $L_{пл}$ при различных диаметрах выходного сечения газосбросных труб и температурах водорода на выходе при обтекании вертикальной струи поперечным потоком воздуха

D, мм	Т, К	$L_в$, м	$L_{пл}$, м	Δ, м
10	300	1,75	1,40	+1,00
10	200	2,20	1,76	
10	100	3,20	2,60	
20	300	3,50	3,00	
20	200	4,30	3,50	
20	100	6,30	5,20	+2,00
40	300	7,00	6,00	
40	200	8,60	7,30	
40	100	12,50	10,50	
60	300	10,50	8,70	
60	200	13,00	11,00	
60	100	18,50	15,50	
80	300	14,00	11,50	
80	200	17,00	14,50	
80	100	25,00	21,00	
100	300	17,50	14,50	
	200	21,50	18,00	+4,00
	100	31,50	26,00	
120	300	21,00	17,50	
	200	26,00	22,00	
	100	38,00	31,00	
140	300	24,50	20,00	
	200	30,00	25,50	
	100	44,00	36,50	+6,00
160	300	28,00	23,00	
	200	34,50	29,00	
	100	50,00	42,00	
180	300	31,50	26,00	
	200	39,00	33,00	
	100	57,00	47,00	+8,00
200	300	35,00	29,00	
	200	43,00	36,00	
	100	63,00	52,00	

D - диаметр выходного сечения газосбросной трубы;

Т - температура водорода в выходном сечении газосбросной трубы;

$L_в$, м - безопасное расстояние при газосбросе водорода без дожигания;

$L_{пл}$, м - длина пламени водорода при газосбросе водорода с дожиганием; Δ, м - дополнительное расстояние при газосбросе с дожиганием и для объектов, указанных в 9.10.3.

Т а б л и ц а 14 - Изменение минимально допустимого безразмерного расстояния (безразмерной величины $L_в/D$) в зависимости от степени разбавления водорода азотом (для случая сброса продувочных водородо-азотных смесей)

Содержание азота в смеси, % об.	Безразмерное расстояние	Рекомендуемая скорость (оценка), м/с
0	175	
6	140	900
10	120	800
14	100	
20	80	550
30	60	
43	40	400
50	30	
60	20	200
80	10	
П р и м е ч а н и е - Допускается не продувать выходные участки газосбросных магистралей, длина которых после запорного клапана составляет меньше 3 м. Не подлежат продувке во время эксплуатации участки газосбросных магистралей, постоянно находящиеся под избыточным (по отношению к атмосферному) давлением водорода.		

9.10.2.13 Если газосброс производится в течение продолжительного времени с перерывами, то газосбросные коммуникации следует либо продувать десятикратным объемом азота перед началом и после окончания каждого цикла газосброса, либо производить в течение всего периода газосброса поддув азота в стояк с расходом не менее

$$G_a = 0{,}085\ d_0^{5/2}, \qquad (1)$$

где G_a - расход азота, кг/с;

d_o - внутренний диаметр выходного сечения стояка, м.

Зависимость получена для азота экспериментально.

9.10.2.14 Температура газообразного водорода на выходе в атмосферу при его сбросе без дожигания не должна превышать 500 ^{0}С. Нижний предел температуры не ограничивается; при температуре газа на выходе в атмосферу ниже 90 ^{0}С должны быть приняты меры, либо исключающие конденсацию воздуха на наружной поверхности труб газосбросных коммуникаций, либо исключающие стекание сконденсировавшегося воздуха на конструкции окружающих сооружений.

9.10.2.15 Массовый расход водорода через газосбросной стояк должен быть не менее рассчитанного по формуле $G_в = 0{,}085\ d_0^{5/2}$. Зависимость для водорода получена экспериментально. Верхний предел массового расхода водорода не ограничивается.

9.10.2.16 Рекомендуемая последовательность операций при газосбросе без дожигания:

- продуть газосбросную магистраль десятикратным объёмом азота;
- не позже, чем через 2 мин. после окончания продувки начать сброс водорода;
- не позже, чем через 2 мин. после окончания сброса водорода провести продувку газосбросной магистрали (после клапана, управляющего газосбросом) десятикратным объёмом азота;
- закрыть продувку.

Тушение пламени, случайно загоревшегося сбрасываемого водорода, следует производить путем прекращения газосброса при одновременной подаче азота на продувку.

Управление клапанами продувки азотом и сброса водорода можно осуществлять в автоматическом режиме.

9.10.3 Газосброс с дожиганием.

9.10.3.1 Дожигание водорода осуществляется, как правило, в стационарных криогенных системах на специальных стационарных площадках дожигания и производится в тех случаях, если сброс без дожигания может привести к накоплению взрыво-и пожароопасных смесей водорода с воздухом в окружающем пространстве. Если газосброс осуществляется длительное время с расходом более 0,5 кг/с, то рекомендуется проводить его с дожиганием.

9.10.3.2 Дожигание выбрасываемого водорода может производиться как непосредственно на выходе из газосбросных труб, оборудованных специальными насадками, так и в дожигающих устройствах (факельных системах), специально предназначенных для этой цели. Обустройство факельных систем и режимы их эксплуатации должны соответствовать требованиям [30].

9.10.3.3 При дожигании выбрасываемого газообразного водорода на срезе газосбросной трубы или в дожигающем устройстве, формирующем факел пламени в открытой атмосфере, режим истечения газа должен быть подобран таким образом, чтобы обеспечить устойчивое (после воспламенения) горение водорода в течение всего периода газосброса. Скорость истечения газообразного водорода из трубы рекомендуется выбирать в соответствии с эмпирическим уравнением согласно [18]

$$U = 1300\ d^{0,143}, \qquad (2)$$

где U - скорость истечения, м/с;

d - диаметр трубы, м.

Допускается увеличивать скорость истечения водорода до критической.

9.10.3.4 Газосбросная труба, на выходе из которой производится дожигание, или специальное дожигающее устройство должны быть оборудованы системой зажигания, обеспечивающей стабильное многократное воспламенение сбрасываемого газа при заданных погодных условиях. Дожигающие устройства рекомендуется также снабжать средствами для дистанционного контроля наличия факела пламени.

9.10.3.5 Места дожигания водорода могут располагаться:

- на специально оборудованных открытых площадках;

- на площадках, в зонах нахождения объектов и сооружений на застроенной территории;

- над объектами, из которых производится сброс водорода.

9.10.3.6 Места дожигания должны быть оборудованы несгораемыми помостами и лестницами, предназначенными для обслуживания дожигающих устройств.

9.10.3.7 Расположение мест дожигания и высота газосбросной трубы или ствола факельного устройства выбираются с таким расчетом, чтобы обеспечить:

- свободный доступ воздуха к факелу пламени для обеспечения сгорания водорода;

- отсутствие недопустимого теплового воздействия факела пламени на окружающие объекты, подводящие коммуникации (в т. ч. электрокабели) и людей.

9.10.3.8 Дожигание водорода на выходе из газосбросных труб, как правило, производится при вертикальном (вверх) его истечении.

Примечание - Допускается и другое направление истечения водорода при дожигании, если оно связано с невозможностью осуществления вертикального вверх истечения или с применением специальных дожигающих устройств.

9.10.3.9 Размеры факела пламени (высота, длина, ширина) и его тепловые характеристики (температура и степень излучения факела, температура продуктов сгорания), необходимые для выбора расположения мест дожигания и безопасных расстояний до окружающих объектов и сооружений, определяются специальным расчетом с учетом правил [30].

9.10.3.10 Выходные сечения труб и дожигающих устройств при вертикальном истечении газа должны быть расположены на высоте, обеспечивающей выполнение требований (9.10.2.9), но не менее:

- 6 м, считая от уровня земли, при расположении мест дожигания на открытой площадке и на площадках застроенной территории;

- 3 м выше самой высокой точки сооружений, над которыми производится газосброс с дожиганием;

- 3 м выше уровня верхних точек окружающих строений и сооружении, если последние могут попасть в зону недопустимого теплового воздействия факела пламени (с учетом сноса его ветром в любом направлении по горизонтали).

9.10.3.11 Система дожигания сбрасываемого водорода должна быть оборудована системой продувок газосбросных магистралей и дожигающих устройств инертным газом (например, азотом), аналогичной системе продувок при газосбросе без дожигания и системой дистанционного управления процессом поджигания.

9.10.3.12 Последовательность операций при газосбросе с дожиганием:

- продуть подводящую газосбросную магистраль и дожигающее устройство азотом с учетом требований [30];

- после окончания продувки дистанционно включить в работу систему зажигания;

- подать водород в газосбросную магистраль и на дожигающее устройство и произвести воспламенение выбрасываемого водорода;

- проконтролировать воспламенение выбрасываемого водорода;

- после загорания основного факела выключить систему поджигания;

- провести сброс и дожигание газа;

- прекратить подачу водорода на дожигание;

- продуть подводящую газосбросную магистраль и дожигающее устройство азотом и закрыть продувку.

Примечание - Для исключения возможности «взрывного» воспламенения сбрасываемого водорода при ошибках оператора, управляющего процессом дожигания, целесообразно использовать в цепях системы управления блокировку открытия клапана подачи водорода на дожигатель. Клапан может быть открыт только после включения в работу системы поджигания.

9.10.3.13 Расход азота на продувку при сбросе водорода с дожиганием одинаков с расходом азота при сбросе водорода без дожигания.

9.10.3.14 При дожигании водорода в течение длительного времени с кратковременными перерывами необходимо в течение всего периода газосброса производить постоянную подачу азота в основание вертикального участка трубы газосброса или ствола факельного устройства с расходом, не влияющим на стабильность горения факела системы зажигания. Поджигающее устройство в этом случае может работать как в течение всего периода сброса (например, дежурный факел), так и включаться в работу перед проведением каждого цикла подачи газа на дожигание.

9.10.3.15 Температура и расход водорода на дожигание не ограничиваются. Выбор их величины обосновывается разработчиком системы.

Примечание - В исключительных случаях допускается проводить сброс водорода в атмосферу с разбавлением его инертным газом (например, азотом). Количество азота на разбавление и безопасные расстояния в этом случае выбираются в соответствии с таблицами 13 и 14.

9.10.3.16 Выброс водорода в атмосферу воздуха, ракетно-космических комплексов в зонах пуска ракеты, аэродромов и в районах прохождения авиацион-

ных трасс должен производиться только с дожиганием или утилизацией его паров.

Выброс водорода в атмосферу воздуха ракетно-космических комплексов при подготовке к работе с РН или РБ (заполнение хранилища, хранение жидкого водорода и пр.) может производиться без дожигания.

9.10.3.17 Газосброс водородсодержащих продувочных газов, образующихся при очистке полостей от водорода продувкой или полосканием (в основном азотом) или при замене теми же способами азотной среды на водородную производится через те же газосбросные устройства, что и для водорода.

9.10.3.18 При выпуске смеси водорода с азотом в воздух считается безопасной смесь, содержащая 8 % об. водорода в азоте и менее.

9.10.4 Неконтролируемый газосброс через предохранительные устройства.

9.10.4.1 Неконтролируемый газосброс осуществляется, как правило, через специальные предохранительные устройства (предохранительные клапаны, разрывные мембраны и т.п.) с отведением газа в безопасное место.

Допускается производить неконтролируемый сброс газа через штатную газосбросную систему, если она может полностью пропустить расход газа, образующегося в элементах криогенных систем в результате их неисправности или аварии.

9.10.4.2 На выходе из газосбросных трубопроводов после предохранительных клапанов резервуаров хранилищ и других элементов систем хранения рекомендуется устанавливать патрубки, формирующие струю сбрасываемого газа с направлением истечения вертикально вверх.

9.10.4.3 Выходное сечение патрубка неконтролируемого сброса должно быть расположено в этом случае на высоте не менее 5d (d – диаметр выходного сечения патрубка) выше самой верхней точки резервуара и окружающих объектов, попадающих в опасную зону струи сбрасываемого газа с учетом сноса её ветром.

9.10.4.4 Для устройств неконтролируемого газосброса с диаметром выходного сечения 30 мм и меньше допускается выведение их над объектами с направ-

лением истечения вниз под углом к горизонту (принцип «газового затвора») и отведением струи в безопасную для объектов сторону. Расстояние от выходного сечения до защищаемого оборудования, окружающих объектов и мест расположения обслуживающего персонала в этом случае должно быть не менее 400 d, где d - диаметр выходного сечения концевого патрубка.

9.10.4.5 Постоянная продувка устройств неконтролируемого газосброса инертным (негорючим) газом не обязательна. Целесообразно один раз в смену продувать системы газосброса инертным газом.

Примечание - Газосброс из транспортируемых и транспортных цистерн должен соответствовать [18].

9.10.4.6 Пары водорода при осуществлении неконтролируемого газосброса в районе аэродромов и авиационных трасс полета должны отводиться по магистрали на газосбросное устройство с дожиганием.

9.11 Требования к тепловой изоляции

9.11.1 Теплоизоляционная защита оборудования, предназначенного для работы с жидким водородом, может быть вакуумной (вакуумная, порошково-вакуумная, экранно-вакуумная) или газонаполненной.

9.11.2 Материалы, применяемые в этих изоляциях, должны обладать термостойкостью и устойчивостью структуры при резких колебаниях температуры, не взаимодействовать с металлическими поверхностями оборудования.

Материалы для вакуумной изоляции должны выполняться из негорючих и трудногорючих материалов. Использование горючих материалов допускается при наличии экспериментальных данных, подтверждающих их безопасное применение в данных условиях, полученных специализированной организацией.

Газонаполненные изоляции (пенопласты, нанесенные непосредственно на холодную поверхность и надежно с ней сцепленные либо имеющие гарантированную защитную атмосферу из инертного газа) могут выполняться из горючих материалов защищенных герметичным негорючим покрытием, исключающим возможность подсоса и конденсации наружного воздуха в массе изоляции.

9.11.3 В качестве материалов для вакуумной и газонаполненной тепловой изоляции рекомендуется применять алюминиевую фольгу, стеклоткани, стеклохолсты, металлизированную в вакууме полиэтилентерефталатную пленку, аэрогель, перлит, перлит с бронзовой пудрой, нювель, и т.п.

Примечание - Изоляция автоцистерн должна выполняться в соответствии с требованиями [18].

9.12 Требования к защите от коррозии и окраске

9.12.1 Наружные поверхности оборудования, трубопроводов и металлоконструкций должны быть защищены от внешней коррозии.

9.12.2 За состоянием оборудования, работающего в условиях вызывающих коррозию, должен быть установлен специальный надзор путем периодического осмотра и определения при ремонтах величины износа. Результаты проверки состояния оборудования должны записываться в специальный журнал или карту ремонта.

9.12.3 Защитная окраска, покрытие и не вакуумная изоляция оборудования должны производиться только после его технического освидетельствования и испытания.

9.12.4 Окраска трубопроводов или цветная маркировка должна быть единой для всего предприятия.

Окраска оборудования и основных трубопроводов должна выбираться в соответствии с указаниями ГОСТ 14202, СП 4.13130, [28], [31].

9.13 Требования к ограждающим устройствам

9.13.1 При расположении обслуживаемого оборудования (аппаратов, приборов, арматуры и др.) на высоте более 1,8 м для доступа к нему должны быть устроены стационарные лестницы и площадки с ограждением. К аппаратам, резервуарам, задвижкам, приборам и другому оборудованию, требующему доступа во время эксплуатации и ремонта, должны вести маршевые лестницы. Лестницы должны быть снабжены перилами. Ширина лестницы должна быть не менее 0,7 м, а если по ней предусмотрена переноска тяжестей не менее 1 м, шаг ступе-

ней должен быть не более 0,25 м, а ширина ступени - не менее 0,12 и уклон лестниц не более 45°. Для доступа к редко обслуживаемому оборудованию, находящемуся на высоте не более 3 м, допускается устройство лестниц с уклоном 60°.

9.13.2 Верхняя площадка лестницы, ведущей на крышу блока глубокого охлаждения, агрегата ожижения или на резервуар, должна находиться на одном уровне с верхним углом крышки блока или резервуара и иметь перила высотой 1 м с нижним бортом высотой не менее 0,15 м по всему периметру площадки.

9.13.3 По всему периметру крышки блоков (кожуха) глубокого охлаждения, агрегатов ожижения устанавливается ограждение высотой 1 м.

9.13.4 Снимать ограждения для ремонта оборудования разрешается только после полной остановки механизмов. Пуск механизмов после ремонта, осмотра и чистки разрешается только после установки ограждения на место и его укрепления.

9.14 Монтаж и приём в эксплуатацию оборудования и трубопроводов

9.14.1 Общие требования.

9.14.1.1 Монтаж оборудования и трубопроводов должен удовлетворять требованиям ГОСТ Р 52630, [11], [12], [19], [32], [33], специальным ведомственным нормам и техническим условиям, а так же требованиям, предусмотренным инструкциями заводов-изготовителей оборудования.

9.14.1.2 Работы по монтажу оборудования должны быть организованы и проведены в соответствии с проектами производства работ. Состав и порядок разработки ППР определяется согласно инструкции [34].

9.14.1.3 К сварочным работам на водородных системах допускаются сварщики, прошедшие аттестацию в соответствии с правилами [35].

9.14.1.4 Все внутренние поверхности оборудования и систем водорода перед монтажом должны быть тщательно очищены от механических и других загрязнений.

9.14.1.5 Перед монтажом вся арматура должна быть расконсервирована, отревизована, смонтирована и испытана в соответствии с требованиями техниче-

ской документации (руководство по эксплуатации арматуры). Для проведения работ на монтажной площадке должен быть организован участок, оснащенный соответствующим оборудованием, инструментом и приборами.

9.14.1.6 Арматура подлежит испытанию на прочность и герметичность, проверке на работоспособность, регулировке. Проверяется герметичность затвора и других уплотнений как в арматуре, так и в приводах, а также производится проверка работоспособности и регулировка приводов. Испытание собранной арматуры на прочность производится пробным давлением в соответствии с указаниями технической документации по эксплуатации арматуры, а на герметичность - воздухом или азотом (при рабочем давлении) с соблюдением мер безопасности в отношении содержания азота в воздухе помещения (контроль содержания кислорода в атмосфере помещений).

Примечание - У дроссельной, регулирующей и предохранительной арматуры выходная полость испытывается выходным рабочим давлением.

9.14.1.7 Предохранительные клапаны, опломбированные заводом--изготовителем, перед монтажом должны быть проверены и отрегулированы на давление настройки срабатывания клапанов. Проверка настройки предохранительных клапанов должна осуществляться или в составе системы или на специальном стенде. После проверки предохранительные клапаны должны быть вновь опломбированы. Для проверки настройки предохранительного клапана между ним и трехходовым клапаном необходимо предусмотреть штуцер подачи газа.

9.14.1.8 Все аппараты и сосуды перед монтажом должны быть осмотрены, расконсервированы, обезжирены до остаточного содержания жировых загрязнений ≤ 500 мг/м^2 согласно [36], очищены от механических примесей и испытаны пневматически на давление согласно указаниям проекта. При этом должны быть приняты меры, гарантирующие безопасность проведения указанных испытаний.

Присутствие механических примесей не допускается. Установка фильтра с заданной тонкостью фильтрации обязательна. Контроль – визуальный и методом протирки.

Если какой-либо аппарат или сосуд при транспортировке (разгрузке) поврежден, то принимается специальное решение о возможности и условиях его дальнейшей эксплуатации.

Если проводились гидравлические испытания аппаратов и сосудов, то они должны быть очищены (если позволяет конструкция) и тщательно просушены.

9.14.1.9 Оборудование после монтажа подлежит испытанию на прочность и герметичность коммуникаций и арматуры в соответствии с технической документацией.

9.14.1.10 Необходимость холодной опрессовки жидким азотом оборудования, предназначенного для жидкого водорода, определяется в каждом конкретном случае организацией-разработчиком оборудования.

9.14.1.11 По окончании монтажных работ и проведения испытаний должны быть составлены акты готовности.

9.14.2 Требования к монтажу трубопроводов

9.14.2.1 Монтаж и сварка трубопроводов высокого и низкого давления, предназначенных для водорода, должны выполняться в соответствии с требованиями главы 6 правил [11].

9.14.2.2 Монтаж и приёмка вакуумных трубопроводов должны производиться в соответствии с [37].

9.14.2.3 Внутренние поверхности всех кожухов и трубопроводов, а также наружные поверхности внутренних трубопроводов для жидкого водорода перед монтажом должны быть очищены от масла и других загрязнений по технологии предприятия-изготовителя.

9.14.2.4 Сборка кожухов трубопроводов для жидкого водорода должна производиться в условиях, исключающих возможность загрязнения и замасливания их в процессе сборки. Количество масла на внутренней поверхности кожуха не должно превышать 500 мг/м^2.

9.14.2.5 Все газопроводы для водорода после окончания монтажа должны подвергаться наружному осмотру и испытанию на прочность, за исключением газопроводов низкого давления, работающих под давлением от 0,095 МПа

(0,95 кгс/см^2) (абс.) до 0,1 МПа (1 кгс/см^2) (изб.), которые подлежат только испытанию на герметичность.

9.14.2.6 Вид испытания и испытательное давление должны указываться в проекте для каждого газопровода.

В случае отсутствия в проекте этих указаний вид испытания выбирается монтажной организацией и согласовывается с технадзором заказчика, а величины испытательных давлений принимаются в соответствии с указаниями главы 7 руководства [11].

Испытание, промывка и продувка смонтированных газопроводов должны выполняться в соответствии с указаниями главы 7 руководства [11].

9.14.2.7 Методы испытаний трубопроводов на герметичность выбирают в соответствии с 11.2:

- воздухом или азотом (при давлениях, указанных в чертежах) с обмыливанием сварных швов кожуха (падение давления не допускается);

- гелиевым течеискателем;

- натеканием при остаточном давлении $1 \cdot 10^{-2}$ мм. рт. ст.

Допускаемая величина натекания не должна превышать величины, указанной в чертежах.

Примечание - При испытании избыточным давлением воздуха должна быть обеспечена целостность предохранительной мембраны.

9.14.2.8 Внутренние трубопроводы для жидкого водорода до изоляции и заварки кожуха, а также стыковые соединения должны быть испытаны пневматически или в исключительных случаях на прочность гидравлически в соответствии с указаниями в чертежах.

9.14.2.9 После испытания на прочность производится пневматическое испытание на герметичность давлением, указанным в чертеже.

9.14.2.10 Необходимость испытания на герметичность жидким азотом трубопроводов для жидкого водорода определяет правилами и нормами.

9.14.2.11 Монтажные участки внутренних трубопроводов для жидкого водорода должны быть проверены на герметичность.

9.14.3 Требования к монтажу агрегатов ожижения водорода

9.14.3.1 Монтаж агрегатов ожижения водорода должен производиться по техническим условиям заводов-изготовителей, согласованным с проектными организациями и с учетом требований настоящего Свода правил.

9.14.3.2 Трубопроводы, которые по технологии монтажа не могут быть испытаны отдельно, испытываются азотом (воздухом) на рабочее давление совместно с аппаратами в блоке ожижения агрегата. Гидроиспытания трубопроводов на прочность должны производиться только вне блока ожижения водорода.

9.14.3.3 После окончания монтажа агрегата ожижения должна быть произведена продувка воздухом всех аппаратов и трубопроводов, импульсных линий, а также проверены все контрольно-измерительные и другие приборы агрегата.

9.14.3.4 При испытании агрегата ожижения на герметичность должна быть произведена проверка на герметичность арматуры.

9.14.3.5 Испытание агрегата ожижения (на герметичность, перетекание, теплые и холодные опрессовки и пр.) производится в соответствии с техническими условиями завода-изготовителя, согласованными с проектными организациями. Результаты монтажа и испытаний должны фиксироваться актами.

9.14.4 Сдача и прием в эксплуатацию оборудования законченных строительством объектов и систем.

9.14.4.1 Приёмка в эксплуатацию законченных строительством предприятий, объектов и сооружений должна производиться в соответствии с требованиями, а также действующими ведомственными нормами.

9.14.4.2 При сдаче в эксплуатацию оборудования и систем должна быть предъявлена документация в соответствии с требованиями СП 34.13330, техническими условиями на монтаж оборудования заводов-изготовителей и нормами на тоннажные и специальные строительные работы, а также предъявлены регламенты и инструкции по обслуживанию оборудования и систем.

9.15 Требования к газгольдерам

Требования к проектированию, устройству и эксплуатации газгольдеров низкого давления и переменного объёма приведены в приложении Г.

10 Контрольно-измерительные приборы, автоматика, производственная сигнализация и связь. Системы противоаварийной автоматической защиты

10.1 Общие требования

10.1.1 Проектирование, монтаж и эксплуатация оборудования и приборов, систем измерения, автоматизации, связи, телевидения и сигнализации должны отвечать требованиям [3], [5] и разделу 10.

10.1.2 Измеряемые параметры и требования к точности измерительных приборов, предназначенных для контроля за технологическими параметрами блоков ожижения водорода, стационарных и транспортных резервуаров, трубопроводов и другого оборудования для водорода, должны соответствовать требованиям инструкций по эксплуатации.

10.1.3 Измерительные приборы, не отвечающие требованиям Правил устройства электроустановок по взрывозащите, должны устанавливаться в изолированных от взрывоопасной среды помещениях.

Допускается установка таких приборов внутри герметичных шкафов, в которых постоянно поддерживается избыточное давление инертного газа, удовлетворяющих требованиям правил [3].

10.1.4 Все электроприборы и щиты независимо от применяемого напряжения подлежат заземлению.

10.1.5 Автоматические клапаны должны иметь автоматическую сигнализацию срабатывания. Сигнализация выносится на центральный щит управления.

10.1.6 В производственных помещениях, в местах возможного выделения водорода должны устанавливаться автоматические сигнализаторы наличия водорода в воздухе. Количество и место расположения сигнализаторов определяется проектной организацией в зависимости от мощности установленного оборудования, площади, которое оно занимает, и объёма помещения. Сигнализаторы должны срабатывать при достижении определенного содержания водорода в воздухе и не должны реагировать на изменение концентрации кислорода и наличие гелия в контролируемой газовой среде.

10.1.7 Для измерительных приборов и агрегатов управления и автоматического регулирования должны предусматриваться специальные установки и специальные сети азота с параметрами, соответствующими ГОСТ 9293 не ниже II сорта, в соответствии ГОСТ 17433.

10.1.8 В помещениях, где возможно скопление азота и других инертных газов, необходимо устанавливать автоматические газоанализаторы для контроля содержания кислорода.

Отбор азота из этих сетей для технологических нужд не допускается. Разрешается для нужд КИП и А использовать сжатый азот из технологических установок, если его давление будет постоянным.

10.1.9 Для непрерывно действующего производства сети сжатого воздуха должны иметь буферные емкости, обеспечивающие работу приборов в течение 1 ч.

10.1.10 Все производственные помещения, связанные с получением, хранением и применением водорода, должны быть оборудованы системами связи и сигнализации.

10.1.11 Телефонные аппараты, извещатели, дистанционные мобильные аппараты, а также громкоговорящие устройства, устанавливаемые во взрывоопасных помещениях, должны удовлетворять требованиям главы 7.3 правил [3].

10.1.12 Телефонная связь всегда должна находиться в исправном состоянии, доступ к средствам связи должен быть свободным, у каждого телефонного

аппарата должны быть вывешены номера телефонов пожарной охраны, газоспасательной службы и медпункта.

10.1.13 Техническое обслуживание электрической пожарной сигнализации должно осуществляться профессиональными специалистами.

10.1.14 Проверка работоспособности электрической пожарной сигнализации должна производиться ежемесячно.

10.1.15 Ремонт взрывозащищенных контрольно-измерительных приборов следует производить в соответствии с требованиями правил [14].

10.1.16 Системы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ) должны быть разработаны, смонтированы и эксплуатироваться в соответствии с правилами [5].

10.2 Требования к устройству и расположению помещений КИП и А

10.2.1. Помещения управления производством, в том числе помещения КИП и А, как правило, рекомендуется размещать в отдельно стоящих (вне взрывоопасной зоны) зданиях, но в зависимости от технологического процесса и его компоновочного решения эти помещения могут пристраиваться к цехам и располагаться во вставках совместно с подсобно-производственными помещениями.

В последнем случае к помещениям управления предъявляются следующие требования:

- помещения должны иметь самостоятельные выходы на улицу, лестничную клетку или в коридор. Связь с производственными помещениями разрешается осуществлять через тамбур-шлюз с гарантированным подпором воздуха;

- помещения не должны располагаться над производственными помещениями категорий А и Б, под душевыми, санузлами и вентиляционными камерами;

- помещения управления должны быть изолированы от смежных производственных и складских помещений, отнесенных к категориям А, Б и В1-В4 по пожарной опасности.

10.2.2 Полы в помещениях должны быть неэлектропроводными.

10.2.3 Помещения (шкафы) для газоанализаторов разрешается располагать непосредственно у стен как снаружи, так и внутри производственных зданий, отнесенных к категориям А и Б по пожарной опасности.

Разрешается размещать шкафы с газоанализаторами в пределах наружной взрывоопасной установки, максимально приближая к месту отбора газа на анализ. По согласованию с изготовителями допускается размещать газоанализаторы в пределах наружных установок в обогреваемых шкафах с соблюдением требований СП 12.13130, [3].

10.2.4 В анализаторное помещение не должны вводиться 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.

Избыток анализируемого вещества после завершения анализа должен, как правило, возвращаться в технологическую систему или утилизироваться.

Примечание - Требования 10.2.4 не распространяются на газоанализаторы, применяемые для анализа инертных газов и воздуха на содержание в них токсичных и взрывоопасных примесей, а также устанавливаемые в лабораториях, при условии обслуживания ими только этих лабораторий.

10.2.5 Через помещения управления запрещается транзитная прокладка трубопроводов с горючими, взрывоопасными и вредными веществами, импульсных линий, устройств парового или водяного отопления, пожарных водопроводов, воздуховодов и кабелей.

10.2.6 Импульсные линии, связывающие разделительные сосуды с приборами и аппаратами КИП и А, должны быть заполнены инертным не застывающим и незамерзающим веществом, которое не растворяет измеряемый продукт и не смешивается с ним.

Вводы и выводы импульсных трубок и защитных труб с проводами должны производиться через наружные стены. При прокладке через внутренние стены, отделяющие помещения управления от взрывоопасных помещений, импульсные трубки следует заключать в стальные кожухи с соблюдением требований [3].

10.3 Требования к контролю и автоматизации технологических процессов при производстве и применении водорода

10.3.1 Технологический процесс производства жидкого водорода на вновь создаваемых производствах должен быть максимально автоматизирован, а на существующих насколько это позволяет используемое оборудование. Для реализации технологического процесса производство должно быть оснащено всеми необходимыми контрольно-измерительными приборами, регуляторами и средствами защитной блокировки и сигнализации.

10.3.2 Обязательному контролю подлежат:

- температура во время процессов, протекающих в аппаратах, работающих при низких и высоких температурах;

- давление в аппаратах, работающих при избыточном давлении или разрежении;

- уровень жидкости в аппаратах, работающих под давлением, без переливных труб;

- содержание водорода в резервуарах и аппаратах;

- содержание кислорода и других примесей в водороде;

- вакуум в теплоизоляционном пространстве трубопроводов и резервуаров для жидкого водорода;

- содержание водорода в воздухе рабочей зоны;

- давление командного газа для управления пневмогидравлической арматурой.

10.3.3 Технологический процесс производства жидкого водорода должен быть оснащен системой аварийной защиты. Система аварийной защиты производства водорода должна реализовывать изначально принятый алгоритм действий при достижении предельных величин следующих аварийных параметров:

- превышение или падение установленного давления;

- падение или превышение уровня жидкости в аппарате;

- прекращение подачи рабочего газа для контрольно-измерительных приборов;

- прекращение подачи рабочих продуктов на установку;

- нарушение режима обогрева или охлаждения аппаратуры, работающей при температуре жидкого азота и водорода.

Определение соответствующих нештатных ситуаций и указание действий по выходу из них должно производиться по соответствующим производственным инструкциям.

10.3.4 Монтаж импульсных труб в блоке глубокого охлаждения следует производить согласно требованиям [38].

10.4 Требования к системам сигнализации испытательных станций и стартовых комплексов

10.4.1 Для оповещения о предстоящих испытаниях должна предусматриваться предупреждающая световая и звуковая сигнализация.

10.4.2 На всех подходах к испытательному сооружению, у входов в него, а также внутри помещения должны устанавливаться световые транспаранты, снабженные звуковыми сигналами. Сигнализация должна включаться перед началом заправки расходных емкостей испытательных сооружений и выключаться после окончания спецработ.

10.4.3 Вид сигнализации предупреждения (световой, звуковой), число и продолжительность сигналов, порядок работы, организация постов охраны устанавливаются согласно требованиям нормативной документации и утверждаются ответственным лицом предприятия.

10.4.4 Все работающие на объекте должны знать значение каждого принятого на данном предприятии предупредительного сигнала и согласно инструкции строго выполнять обусловленные сигналами требования.

10.4.5 Периметр ограждения испытательных станций должен быть оборудован устройствами охранной сигнализации, позволяющими контролировать слу-

чайное появление посторонних лиц на территории станции.

11 Эксплуатация и ремонт оборудования и трубопроводов

11.1. Общие требования

11.1.1 Порядок организации и проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования с учетом условий его эксплуатации определяется действующими на предприятии положениями по техническому обслуживанию и ремонту технологического оборудования.

11.1.2 Техническое обслуживание предусматривает комплекс работ по обеспечению работоспособности оборудования между ремонтами, в том числе при устранении неполадок, не требующих остановки производства, и осуществляется обученным обслуживающим и техническим персоналом в соответствии с требованиями нормативно-технической документации по обслуживанию и эксплуатации оборудования.

11.1.3 Для проведения надзора за состоянием оборудования и трубопроводов руководство предприятия должно назначить приказом по предприятию ответственное аттестованное лицо, имеющее соответствующую техническую квалификацию и практический опыт.

11.1.4 Для организации квалифицированной технической эксплуатации оборудования необходимо:

- закрепить системы за конкретными рабочими и обучить их правилам технической эксплуатации и обслуживания;

- иметь на каждом рабочем месте инструкции по обслуживанию аппаратов и отдельных видов оборудования, из которых состоят системы;

- установить правильный учет работы систем, остановок на ремонт с внесением всех технических характеристик в журнал эксплуатации.

11.1.5 На каждую систему (оборудование) администрацией предприятия должен быть заведен технический паспорт. Паспорт должен храниться у лица от-

ветственного за эксплуатацию системы (оборудование). Состав и правила заполнения паспорта определяются требованиями [11].

11.1.6 По каждому трубопроводу должна быть составлена пневмогидравлическая схема со всеми деталями, желательно вычерченная цветами, принятыми для опознавательной окраски трубопроводов, и вывешена на рабочем месте.

11.1.7 Надежная, безаварийная эксплуатация трубопровода и безопасность его обслуживания должны обеспечиваться постоянным наблюдением за состоянием трубопровода и его деталей, своевременным проведением контроля технического состояния, выборочной и полной ревизией трубопровода, своевременным и качественным ремонтом (в объёме, определенном при осмотре и ревизии трубопровода), проверочным гидравлическим и пневматическим испытанием в сроки, установленные инструкцией, и обновлением всех элементов трубопровода по мере износа и структурного изменения металла согласно [11], [18].

11.1.8 Обслуживающий персонал обязан в период эксплуатации трубопроводов вести постоянное наблюдение за состоянием наружной поверхности как труб, так и других элементов трубопроводов (тройников, колен, отводов, сварных швов, фланцевых соединений, крепежей, изоляции, антикоррозионной защиты, дренажных устройств, компенсаторов, арматуры, опорных конструкций и т.п.). Особое внимание должно быть обращено на исправность арматуры, установленной на трубопроводах.

11.1.9 Состояние фланцевых соединений и сальниковых уплотнений внутрицеховой арматуры, являющихся наиболее опасными местами утечки газообразного водорода, должно проверяться не реже одного раза в смену путем обхода и визуального осмотра. Целесообразно использовать устройство индивидуальной проверки герметичности фланцевых соединений.

11.1.10 Визуальный осмотр трубопроводов, проложенных открытым способом, можно проводить без удаления изоляции. Однако при каких-либо сомнениях в состоянии стенок или сварных швов трубопроводов по указанию ответственного лица должно быть произведено частичное или полное удаление изоляции.

11.1.11 Результаты контроля технического состояния трубопроводов и их деталей должны фиксироваться в формуляре трубопровода и удостоверяться подписью ответственного лица.

Обнаруженные при внешнем осмотре дефекты трубопроводов должны быть устранены с соблюдением необходимых мер по технике безопасности. В формуляре трубопровода должны быть указаны выполненные работы и фамилии лиц, их проводившие.

11.1.12 Подготовка оборудования к работе и эксплуатация оборудования производств, хранилищ, стендовых, стартовых комплексов и других объектов должны вестись в строгом соответствии с утвержденной технической документацией.

11.1.13 Все изменения, вносимые в утвержденную техническую документацию, должны быть оформлены в установленном порядке и утверждены руководителем предприятия или организацией, утвердившей техническую документацию.

11.1.14 В технологических регламентах, эксплуатационных инструкциях и инструкциях по охране труда должны быть предусмотрены мероприятия по предупреждению и ликвидации возможных аварийных ситуаций.

11.1.15 Все оборудование, трубопроводы должны иметь маркировку с указанием давления, диаметра, чертежного номера и других данных в соответствии с ГОСТ 15.005.

Примечание - Требование наличия чертежного номера не распространяется на оборудование, выпущенное до выхода настоящего Свода правил.

11.1.16 На каждом участке должна быть пневмогидравлическая схема расположения и связи аппаратов и трубопроводов, выполненная в условных цветах.

11.1.17 Запрещается эксплуатация неисправного оборудования, а также оборудования, не оснащенного необходимыми измерительными приборами и предохранительными устройствами.

При отсутствии дублирующих устройств не допускается снятие и проверка КИП, регулирующих и других устройств на работающих аппаратах и коммуникациях.

11.1.18 При эксплуатации резервуаров, трубопроводов и других элементов системы с жидким водородом в них должно поддерживаться избыточное давление не менее 0,03 МПа (0,3 кгс/см^2) для транспортных систем и не менее 0,015 МПа (0,15 кгс/см^2) для стационарных.

11.1.19 Перед подачей жидкого водорода в резервуары, трубопроводы и другие объёмы они должны быть очищены от компонентов воздуха в соответствии с требованиями [18].

11.1.20 Перед проведением профилактических или ремонтных работ агрегаты, где находился жидкий водород, должны быть предварительно отогреты до температуры, близкой к температуре окружающей среды, и очищены нейтральным газом от водорода до его содержания в остающемся газе не более 0,4 % об.

11.1.21 Сброс водорода, азото-водородной смеси непосредственно в помещения производить запрещается.

11.1.22 Газосброс, отбор проб и другие процессы должны исключать возможность загрязнения помещений водородом, азото-водородной смесью и другими горючими, взрывоопасными и токсичными газами.

Дренаж газообразного водорода в атмосферу следует проводить в соответствии с требованиями 9.10.

11.1.23 Необходимо, где это возможно, предусматривать автоматический контроль за составом смесей в потоке в соответствии с технологическим регламентом. При невозможности устройства автоматического контроля в потоке для отбора проб следует применять герметичные пробоотборники.

11.1.24 При остановке на ремонт водородных систем и агрегатов сжижения водорода или при аварийных ситуациях следует строго руководствоваться указаниями технологического регламента и инструкциями по охране труда и противопожарной безопасности предприятия.

11.1.25 Все водородное оборудование во время эксплуатации должно быть надежно заземлено в соответствии с действующими правилами [13].

11.1.26 За автоматическими регуляторами, КИП, производственной сигнализацией и дистанционным управлением должен быть установлен постоянный надзор, обеспечивающий безопасную и безотказную их работу.

11.1.27 Измерительные приборы должны своевременно предъявляться для проведения работ по градуировке и поверке.

11.1.28 Все предохранительные клапаны перед установкой и пуском в эксплуатацию должны быть подвергнуты ревизии и испытанию в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации предохранительных устройств и техническими условиями на монтаж.

Испытание предохранительных клапанов на работоспособность и регулировку давления начала открытия клапана следует проводить на специальном стенде, обеспечивающем плавное регулирование величины подводимого давления.

При испытании клапанов проверяется:

- давление начала открытия клапана;
- подъём клапана на полный ход;
- давление перед клапаном при подъёме;
- величина давления после посадки клапана.

В качестве контрольной среды для определения момента открытия клапана следует применять азот или воздух.

Контрольная среда, применяемая для определения момента открытия клапана, должна быть чистой, без механических или химических загрязнений.

11.1.29 Ревизия предохранительных клапанов должна производиться:

- на всех аппаратах непрерывно действующих установок;
- при каждой остановке агрегата на ремонт, но не реже 1 раза в год;
- на емкостях с жидким водородом не реже 1 раза в шесть месяцев.

11.1.30 На ревизию, ремонт и регулировку предохранительного клапана должен составляться акт за подписями механика цеха, мастера по ремонту и регулировке, а также лица регулирующего клапан и специалиста отдела технического контроля. По окончании ремонта и регулировки клапан должен быть опломбиро-

ван и ему должен быть присвоен номер. На каждый предохранительный клапан должен составляться технический паспорт или формуляр.

При техническом паспорте должны храниться копии паспортов на клапан, пружину с завода-поставщика и копии актов о ревизии и регулировке клапана.

График ремонта и ревизии предохранительных клапанов составляется администрацией цеха (или участка), согласовывается с главным механиком и утверждается руководством предприятия

11.1.31 Все отключающие устройства должны содержаться в полной исправности и обеспечивать быстрое и надежное отключение агрегатов ожижения, водородных систем, наполнительных и расходных трубопроводов.

11.1.32 Запрещается принудительно открывать и закрывать клапаны с помощью ломиков, ключей и т.п. и стучать по ним.

В случае затруднения при открывании холодного клапана необходимо осторожно прогреть его водяным паром, горячей водой или обработать специальным реагентом.

11.1.33 При обслуживании агрегатов ожижения, трубопроводов и систем с жидким и газообразным водородом следует пользоваться искробезопасным инструментом.

11.1.34 При обслуживании оборудования и трубопроводов, работающих в непрерывном режиме, обязательно предусматривать передачу аппаратов и трубопроводов по сменам.

Все обнаруженные неисправности должны быть отмечены в журнале передачи смен для принятия немедленных мер по их устранению.

11.2. Испытания на герметичность

11.2.1 Испытание оборудования на герметичность производится в соответствии с утвержденной технической документацией и [39].

11.2.2 Испытания на герметичность масс-спектрометрическим методом проводится с целью определения натекания или утечки через оболочки изделия и

их элементов в условиях, воспроизводящих рабочие условия, и последующей локализации течей.

11.2.3 Основные способы испытаний на герметичность масс- спектрометрическим методом, их характеристики, а также типовые условия применения приведены в таблице 15.

Т а б л и ц а 15 Основные (рекомендуемые) способы испытаний изделий на герметичность масс-спектрометрическим методом, их характеристики и типовые условия применения

Способ испытаний	Рабочее давление в испытуемом изделии	Характер контролируемой негерметичности изделия	Пределы индикации течей, м³Па/с (л.мкм.рт.ст./с)	Условия применения
Обдува	Ниже атмосферного	Локальная	$1{,}3\cdot10^{-5}$ - $1{,}3\cdot10^{-9}$ ($1\cdot10^{-1}$ - $1\cdot10^{-5}$)	Локализация течей в основном металле, сварных швах, фланцевых и других соединениях
Гелиевой камеры	Ниже атмосферного	Суммарная для контролируемой части поверхности	$6{,}7\cdot10^{-6}$ -$1{,}3\cdot10^{-10}$ ($5\cdot10^{-2}$ -$1\cdot10^{-6}$)	Для изделий, габариты которых позволяют поместить их в гелиевую камеру
Щупа	Избыточное	Локальная	$1{,}3\cdot10^{-5}$-$2{,}6\cdot10^{-8}$ ($1\cdot10^{-1}$ - $2\cdot10^{-4}$)	Локализация течей в основном металле, сварных швах, ниппельных, фланцевых и других соединениях
Накопления в атмосферном чехле	Избыточное	Суммарная для контролируемой части поверхности	$1{,}3\cdot10^{-5}$-$6{,}7\cdot10^{-10}$ ($1\cdot10^{-1}$ - $5\cdot10^{-6}$)	Для контроля герметичности изделий (их частей), вокруг которых можно создать замкнутый объем накопления
Вакуумной камеры	Избыточное	Суммарная	$6{,}7\cdot10^{-6}$ - $1{,}3\cdot10^{-10}$ ($5\cdot10^{-2}$ - $1\cdot10^{-6}$)	Для изделий, габариты которых позволяют поместить их в вакуумную камеру, а также для изделий с двойными стенками
Вакуумной присоски	Избыточное	Суммарная		Для контроля герметичности отдельных участков изделий
Разъемной вакуумной камеры	Избыточное	Суммарная		Для контроля герметичности кольцевых стыков трубопроводов
Примечание – Приведенные в таблице данные о пределах индикации способов испытаний являются приблизительными, поскольку зависят от состояния течеискателя, характеристик изделия (вместимость, газовыделение, параметры средств откачки и т.п.), схемы и рабочих параметров установки для испытаний, условий подачи пробного (контрольного) газа на течь.				

11.2.4 В качестве пробного газа, проникающего через сквозные дефекты, применяется гелий, а в качестве контрольного газа - гелиево-воздушные смеси заданной или определенной концентрации.

11.2.5 Способы испытаний изделий на герметичность, нормы герметичности изделий и отдельных их элементов, а также условия их испытаний должны указываться в конструкторской документации.

11.2.6 Испытания на герметичность следует проводить до окраски поверхностей изделий или до нанесения покрытий, если эти покрытия не применяются для герметизации.

11.2.7 Условия хранения и транспортирования изделий, подготовленных к испытаниям, должны полностью исключать загрязнение испытуемых поверхностей.

11.2.8 Изделие считается прошедшим испытания на герметичность, если при испытании его с порогом чувствительности течеискания, не превышающем заданной в технической документации нормы герметичности, натекание или утечка не обнаруживаются или не превышает значения заданной нормы герметичности.

Результаты испытаний на герметичность должны заноситься в технологический паспорт изделия с указанием значений параметров, измеренных при испытаниях (порог чувствительности течеискания, натекание, утечка и т.п.) и подписываться лицом, проводившим испытания, мастером, работником технического контроля, а также, при необходимости, представителем заказчика.

11.2.9 Манометрический метод вакуумных испытаний (метод повышения давления) относится к методам неразрушающего контроля. Метод основан на измерении повышения давления в отключенной от средств откачки вакуумной полости за фиксированный промежуток времени.

11.2.10 Испытания изделий манометрическим методом проводится с целью определения значений суммарного газового потока в вакуумную полость, преимущественно, на заключительных этапах вакуумных испытаний.

11.2.11 Изделия, подвергаемые испытаниям манометрическим методом, должны быть предварительно испытаны пробным давлением и масс-спектрометрическим методом.

11.2.12 Требования к испытаниям изделий (сборочным единицам) манометрическим методом, а также условия испытаний должны указываться в конструкторской документации.

11.2.13 Испытания изделий манометрическим методом допускается проводить при температуре не ниже плюс 5 ^{0}С.

11.2.14 Изделие считается прошедшим испытания манометрическим методом, если измеренное в процессе испытаний значение суммарного газового потока не более значения, заданного в технической документации.

Результаты испытаний должны записываться в технологический паспорт изделия с указанием значений, измеренных при испытаниях мастером, работником технического контроля, а также, при необходимости, представителем заказчика.

11.3 Требования безопасности при эксплуатации агрегатов ожижения водорода

11.3.1 Подготовка к пуску, пуск, эксплуатация и остановка агрегатов ожижения водорода должны производиться в строгом соответствии с рабочей инструкцией или регламентом.

11.3.2 Перед включением агрегатов ожижения водорода в работу воздушная среда в аппаратуре и коммуникациях блока ожижения, а также в системе КИП и автоматизации, должна быть заменена сначала на среду азота, а затем на среду водорода. При смене среды строго соблюдать требования рабочей инструкции (регламента), а также [18].

11.3.3 При эксплуатации аппаратов, работающих при температуре ниже 68 К, необходимо следить за накоплением в них твердого кислорода (путем расчета). При накоплении кислорода в количестве, установленном регламентом предприятия или рабочей инструкцией, необходимо производить отогрев аппаратов (блока) в соответствии с инструкцией.

11.3.4 При остановке агрегата на ревизию или ремонт он должен оставаться под давлением обратных потоков азота и водорода на естественном отеплении до температуры от 88 К до 93 К, после чего можно приступать к окончательному отогреву агрегата греющим азотом с температурой окружающей среды.

11.3.5 Отогрев и продувку агрегата можно считать законченными после того, как температура аппаратов и коммуникаций достигнет температуры окружающей среды, а содержание водорода в газе, находящемся в аппаратах и трубопроводах водородного цикла, не будет превышать 0,4об.%. Окончание времени продувки определяется анализом.

11.4 Требования безопасности при эксплуатации резервуаров для жидкого водорода

11.4.1 Заполнять жидким водородом разрешается резервуары, соответствующие требованиям настоящего Свода правил и имеющие разрешение на эксплуатацию.

11.4.2 Подготовка резервуаров к заполнению жидким водородом, выполнение сливо-наливных операций, эксплуатация резервуаров, а также замер давления в вакуумной изоляционной полости наполненного резервуара должны производиться в строгом соответствии с [18].

11.4.3 Обнаружив иней или повреждения на внешнем кожухе наполненного резервуара, а также увеличение темпа роста давления во внутреннем сосуде, следует немедленно, если позволяют условия, использовать жидкий водород или слить его в другой резервуар, после чего отогреть резервуар и выявить причины, вызвавшие указанные выше явления.

11.4.4 Хранение жидкого водорода в резервуарах хранилищ может осуществляться как с периодическим, так и с непрерывным газосбросом. В том и другом случае избыточное давление в резервуарах в процессе хранения и газосброса не должно падать ниже 0,015 МПа (0,15 кг/см^2) и подниматься выше рабочего давления резервуаров.

11.4.5 При эксплуатации резервуаров жидкого водорода систем хранения и цистерн транспортных агрегатов необходимо вести учет накопления примеси кислорода [4]. При достижении предельных величин накопления, которое устанавливается разработчиком резервуаров и цистерн для каждой конкретной конструк-

ции или эксплуатирующей организацией по согласованию с разработчиком, резервуары (цистерны) должны подвергаться частичному или полному отогреву.

11.5 Дополнительные требования безопасности при эксплуатации трубопроводов жидкого водорода

11.5.1 После монтажа или ремонта внутренние полости трубопроводов должны быть продуты сухим воздухом или азотом.

11.5.2 Перед заполнением трубопроводов жидким водородом воздушная среда в них должна быть заменена на азотную, а затем на водородную.

11.5.3 Выполнение операций, указанных в 11.5.1 и 11.5.2, должно проводиться в соответствии с рабочей инструкцией, разработанной с учетом требований руководства по эксплуатации системы и [18].

11.5.4 Шланги и трубы, по которым производилась передача жидкого водорода, перед перекрытием их клапанами с обеих сторон, должны быть полностью освобождены от жидкого водорода. Участок трубопровода, ограниченный с двух сторон клапанами, должен быть оборудован предохранительным устройством (клапаном) для сброса давления.

11.6 Требования безопасности при эксплуатации испытательных комплексов

11.6.1 Подготовка стендовых систем, заправка водородом, проведение испытаний должны производиться в строгом соответствии с конструкторской, эксплуатационной, технологической и организационно-технической документацией, состав которой определяется соответствующими перечнями.

11.6.2 Подготовка стендовых систем к испытанию должна включать проверку:

- всех систем и оборудования на работоспособность и герметичность;
- исправности сигнализации, аварийной блокировки, средств дистанционного управления;
- готовности систем к заполнению водородом;

- готовности средств пожаротушения и систем дожигания.

11.6.3 Заполнение стендовых систем водородом, проведение испытания и слив водорода из системы должны производиться дистанционно при отсутствии людей в помещениях, в которых находится водород.

11.6.4 По окончании стендовых испытаний необходимо провести работы в следующей последовательности:

- слить оставшийся водород в хранилище или на дожигатель стенда;

- сбросить давление в системах;

- продуть водородные системы инертным газом и взять анализ газовой среды (содержание водорода должно быть не более 0,4% об.);

- привести все системы в исходное положение;

- приступить к работе согласно технологической документации.

11.6.5 При наличии нескольких стендов (или рабочих мест на одном стенде) в одном сооружении испытания изделий на стендах должно проводиться последовательно.

Заправка стендовых систем компонентами и проведение огневых испытаний одновременно на двух и более установках запрещается. Последовательность проведения огневых испытаний и заправки компонентами на соседних сооружениях устанавливается администрацией предприятия.

11.6.6 При возникновении аварийной ситуации работы на стенде должны производиться по специальной инструкции для проведения работ в случае аварии.

11.6.7 Выполнение каких-либо операций с изделием, не учтенных в технологическом процессе, может быть допущено только с обязательным оформлением технического задания на эти операции в «Деле испытаний» (или сменном стендовом журнале) за подписью лиц, ответственных за испытание.

11.7 Ремонт и очистка оборудования

11.7.1. Требования к организации ремонтных работ

11.7.1.1 Ремонт технологического оборудования проводится как на полностью остановленных объектах (установках), так и во время их эксплуатации в за-

висимости от вида оборудования, наличия резерва, продолжительности межремонтного пробега, вида и объема ремонта (в том числе и при устранении выявленных неполадок).

11.7.1.2 Оборудование готовится к ремонту техническим персоналом и принимается руководителем ремонтных работ с записью в журнале или акте сдачи оборудования в ремонт, определенных работах с оформлением наряда-допуска.

11.7.1.3 Порядок подготовки оборудования к ремонту, оформление наряда-допуска, сдача в ремонт и приемка из ремонта оборудования должны осуществляться в соответствии с требованиями инструкции по ремонту, разработанной для каждого производства (цеха, установки) и утвержденной в установленном порядке.

11.7.1.4 Все материалы и комплектующие изделия, применяемые в ремонте, подлежат входному контролю и на них должны быть документы, подтверждающие требуемое качество.

11.7.1.5 Газоопасные работы, связанные с подготовкой оборудования к ремонту и проведению ремонта, должны производиться в соответствии с требованиями инструкции по охране труда при проведении газоопасных работ.

11.7.1.6 Ремонтные работы с применением открытого огня должны производиться в соответствии с требованиями Инструкции по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах и Правилами противопожарного режима [5], [40], [41], [42].

11.7.1.7 В процессе ремонта оборудования технологических блоков всех категорий взрывоопасности производится контроль с применением новейших средств диагностики [39].

Результаты контроля и испытания 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.

11.7.1.8 Оценка качества ремонта оборудования (кроме техобслуживания и текущего ремонта) определяется заказчиком с участием исполнителя ремонта и работника технического надзора организации, эксплуатирующей опасные объекты, и указывается в акте сдачи- приемки оборудования из ремонта.

11.7.1.9 Отремонтированное оборудование допускается к эксплуатации, если в процессе ремонта соблюдены все требования нормативно-технической документации, показатели технических параметров (разрешенное давление в аппарате, производительность и напор компрессора или насоса и т.д.) и показатели надежности соответствуют паспортным данным и обеспечивается установленный для данного оборудования режим работы.

11.7.1.10 Объект (блок, установка), ремонт которого закончен, принимается по акту комиссией и допускается к эксплуатации после проверки сборки технологической схемы. Далее снятия заглушек, испытания систем на герметичность, проверки работоспособности систем сигнализации, управления и ПАЗ, эффективности и времени срабатывания междублочных отключающих (отсекающих) устройств, наличия и исправного состояния средств локализации пламени и предохранительных устройств. Соответствия установленного электрооборудования требованиям нормативных документов по устройству электроустановок, исправного состояния и требуемой эффективности работы вентиляционных систем. Комиссией также проверяется полнота и качество исполнительной ремонтной документации, состояния территории объекта и рабочих мест, готовность обслуживающего персонала к выполнению своих основных обязанностей и другие требования, предусмотренные нормативно-технической документацией.

Акт о приемке из ремонта объекта, разрешающий его пуск в эксплуатацию, утверждается в установленном порядке.

11.7.1.11 Вывод установок из эксплуатации на длительный период и ввод этих установок в эксплуатацию после длительных остановок должны осуществляться в соответствии с инструкциями, регламентирующими эти процедуры.

11.7.1.12 Все виды регулярных ремонтов должны выполняться в строгом соответствии с графиком ППР, утвержденным руководителем предприятия.

11.7.1.13 Распоряжение о начале и конце ремонта агрегата или коммуникаций должно быть записано начальником цеха (участка или подразделения, в котором производился ремонт) в журнал распоряжений по цеху. Вскрытие аппарата, машины и отсоединение трубопроводов должны производиться только в присутствии представителя руководства цеха.

В случае, если останавливаемое на ремонт оборудование технологически связано с другими производствами или цехами, то о его остановке на ремонт необходимо известить взаимосвязанные производства.

11.7.1.14 Все отстыкованные от аппаратов, узлов, агрегатов запорные приспособления и арматура после ремонта подвергаются испытаниям на механическую прочность и на герметичность давлением сжатого инертного газа (азота), а при отсутствии азота - воздухом.

Эти испытания производятся после окончания пригонки и слесарно-механической обработки.

Гидравлическое испытание специальной арматуры следует проводить в соответствии с [27] и инструкцией по эксплуатации арматуры, а серийной - в соответствии с ГОСТ Р 54808. Испытания оформляются актом. Допустимая величина утечек специальной запорной арматуры должна определяться инструкцией по эксплуатации арматуры или ТУ на монтаж оборудования завода-изготовителя (согласованными с проектной организацией). Для серийной запорной арматуры величина утечек определяется по нормам [27], а для серийной регулирующей - по ГОСТ Р 54808.

11.7.1.15 Проверку и очистку арматуры на месте установки необходимо производить одновременно с проверкой и очисткой аппаратуры и трубопроводов.

11.7.1.16 Все работы, связанные с монтажом (демонтажем) технологического оборудования (резервуаров и трубопроводов), разрешается проводить только после освобождения оборудования от водорода, отогрева его до положительных температур и продувки инертным газом (до содержания водорода не более 0,4 об. %).

11.7.1.17 Запрещается устранять утечку жидкости или газа из аппаратов и трубопроводов, находящихся под давлением, так как это может привести к разрыву креплений и выбросу газообразного и жидкого водорода наружу.

11.7.1.18 Ремонт, устранение дефектов и неисправностей аппаратов, машин, компрессоров, коммуникаций, арматуры и т.п. во время работы оборудования, а также закрепление клиньев и подтягивание болтов на движущихся частях запрещается. Персоналу, эксплуатирующему оборудование, запрещается допускать ремонтную бригаду к ремонту оборудования и коммуникаций, не убедившись в том, что оборудование остановлено, система надежно отключена, в ней отсутствует давление и горючие газы.

11.7.1.19 Все трубопроводы и арматура, не используемые при проведении технологического процесса в результате изменения технологической схемы или по другим причинам, должны быть демонтированы.

11.7.1.20 При проведении ремонтных работ запрещается пользоваться мостовым электрическим краном при наличии водорода в атмосфере помещения.

11.7.1.21 Ремонт взрывозащищенного электрооборудования, замена и восстановление деталей должны производиться в соответствии с инструкцией [16].

11.7.1.22 Применяемые во взрывоопасных производствах категории А или Б тележки, передвигающиеся на колесах, лестницы и тому подобные приспособления должны иметь медные ободки на колесах или резиновые шины. Сопряженные трущиеся детали должны быть выполнены из неискрящих материалов.

11.7.1.23 Во всех взрыво-пожаро - и газоопасных производствах запрещается производство работ при отключенных приточно-вытяжных вентиляционных системах.

11.7.2 Организация внутреннего осмотра, очистки и ремонта оборудования.

11.7.2.1 Разборка или вскрытие агрегата (отдельного аппарата) при внутреннем осмотре, ремонте и других операциях может производиться только после освобождения его от рабочей среды и отключения заглушками с ясно видимыми хвостовиками от всех трубопроводов, соединяющих агрегат с источниками давления или с другими агрегатами. В зависимости от находившихся в агрегате (ап-

парате) продуктов перед вскрытием он должен быть продут инертным газом или перегретым водяным паром, а если необходимо, промыт водой и продут чистым воздухом.

Все работы по вскрытию, очистке, осмотру, подготовке к ремонту, проведению ремонтных работ в аппаратах и в трубопроводах и их испытаниям должны производиться в соответствии с внутренними инструкциями предприятия, составленными на основе Типовой инструкции [42], [43].

11.7.2.2 Если по условиям производства требуется частое отключение агрегатов с установкой заглушек, например, при периодической смене катализатора и т.п., места их установки должны быть указаны в проекте, при этом предусматривается свободный подход к рабочей площадке установки для снятия заглушек.

11.7.2.3 Перед установкой (снятием) заглушек на коммуникациях с водородом необходимо сбросить давление рабочей среды в трубопроводе или аппарате, продуть их инертным газом до содержания 0,4 об. % водорода, что должно быть подтверждено анализами.

Установка (снятие) заглушек должна производиться в присутствии ответственного лица, назначенного администрацией, и отмечаться в журнале за подписью лица, установившего (снявшего) заглушку. Все заглушки должны быть пронумерованы и рассчитаны на определенное давление. Номер и давление, на которое рассчитана заглушка, выбиваются на ее хвостовике.

11.7.2.4 Для контроля плотности между запорными органами и заглушками должно предусматриваться дренажное устройство.

11.7.2.5 Отключение агрегата (аппарата) с давлением от 4,0 МПа (40 кгс/см^2) и выше от источника давления допускается производить двумя последовательно установленными органами при наличии между ними газосбросного устройства с условным диаметром d_y = 6 мм, имеющего прямое соединение с атмосферой. В этом случае приводы задвижек, вентилей и открытых газосбросов должны быть заперты на замок, чтобы исключить возможность ослабления плотностей задвижек при запертом замке. Ключ от замка должен храниться у начальника цеха или у специально уполномоченного им лица.

11.7.2.6 Допуск людей внутрь аппарата, а также открытие задвижек после выхода людей из аппарата должны производиться в каждом случае только по письменному разрешению начальника цеха. До начала работ в аппаратах, кожухах и сосудах резервуаров их внутренние полости должны быть провентилированы или продуты чистым воздухом с проведением контрольных анализов на содержание кислорода.

Примечания

1 На аппарате или коммуникации на время их ремонта (чистки) вывешивается предупредительный плакат «Аппарат в ремонте» или «Трубопровод в ремонте».

2 Снимать предупредительный плакат можно только с разрешения начальника цеха или уполномоченного им ответственного лица (начальника смены, механика цеха).

3 Включать в работу агрегат, аппарат или коммуникации, не сняв предупредительный плакат, запрещается.

11.7.2.7 К рабочей зоне аппаратов и резервуарам, требующей периодического осмотра и чистки, на время производства указанных работ необходимо подводить чистый, пригодный для дыхания воздух, чтобы обеспечить возможность работы в шланговом противогазе, а также для проветривания.

Нормальное содержание кислорода в воздухе (не менее 19 % об.) внутри ремонтируемого оборудования должно быть подтверждено анализами.

11.7.2.8 Перед проведением работ внутри аппаратов, сосудов, колодцев и другого аналогичного оборудования рабочие должны быть проинструктированы о правилах безопасного ведения работ и методах оказания первой помощи пострадавшим. Лица, не прошедшие инструктаж, к работе не допускаются. Если работы относятся к особо опасным, необходимо оформление наряда-допуска.

11.7.2.9 Вскрытие, чистка, осмотр, ремонт и испытания аппаратов должны производиться при непрерывном надзоре инженерно-технического персонала цеха.

11.7.2.10 Работы внутри аппаратов немедленно прекращаются при сигнале, извещающем об аварии, и при внезапном появлении утечки или запаха опасных продуктов производства.

11.7.2.11 Ремонтные и другие работы внутри аппаратов, установленных во взрывоопасных цехах и под открытым небом (если в них была горючая среда),

должны производиться только специальным не искрящим при ударах инструментом.

11.7.2.12 При работах внутри аппаратов, сосудов, колодцев и другого оборудования для освещения должны применяться светильники во взрывозащищенном исполнении с напряжением не выше 12 В.

12 Транспортирование жидкого водорода

12.1 Транспортирование резервуаров с жидким водородом должно производиться согласно правилам транспортировки опасных грузов категории «Легковоспламеняющаяся жидкость» и «Сжиженный газ» [23].

При транспортировке следует выполнять требования Свода правил, инструкций заводов-изготовителей цистерн [18], [23].

12.2 На внутренней территории производства, хранилища, испытательной станции, ракетно-космических и других комплексах допускается применение тепло-и мотовозов, автотранспорта и электрокар.

Не допускается приближение транспорта указанных типов к находящимся под наливом цистернам ближе, чем на 20 м.

При замкнутой системе сброса газа из резервуаров (цистерн) допускается приближение до 10 м.

Примечание - Требования, изложенные в 12.2, не распространяются на специальные средства тяги автоцистерн, подъезжающих к транспортируемой цистерне, а также на аккумуляторные взрывозащищенные мотовозы и электрокары.

12.3 На транспортном средстве должно быть обозначено: «Водород охлажденный жидкий, номер ООН-1966, класс опасности-2, классификационный код-3F»

12.4 Максимальная степень наполнения транспортной цистерны должна оставаться ниже уровня, при котором в момент достижения в сосуде давления срабатывания предохранительного клапана, объем жидкой фазы не превышает 98 % вместимости сосуда.

12.5 Все коммуникации для наполнения и опорожнения закрытых криогенных сосудов должны быть снабжены, по меньшей мере двумя взаимозависимыми последовательно установленными запорными устройствами.

12.6 Устройство для сброса давления должно автоматически открываться при давлении не менее МДРД и должно быть полностью открыто при давлении, составляющем 110 % от МДРД. После сброса это устройство должно закрыться при давлении, которое не более чем на 10% ниже давления, при котором начался его сброс, и должно оставаться закрытым при любом более низком давлении.

12.7 Разрывная мембрана, если она установлена на сосуде, должна быть расчитана на разрыв при давлении, значение которого ниже давления, составляющего 120 % от МДРД.

13 Консервация и ликвидация комплексов жидкого водорода

13.1 Временная консервация действующих или ликвидация действующих комплексов производится в следующих случаях:

- технический уровень не отвечает современным требованиям;
- капитальные вложения для ввода в действие комплексов жидкого водорода недостаточны;
- ликвидация производства.

13.2 Решение о консервации комплексов жидкого водорода принимается, как правило, одновременно с утверждением плана капитального строительства на планируемый год.

13.3 На основании принятого решения о консервации строящихся комплексов жидкого водорода издается приказ (распоряжение) о консервации строительства, в котором определяются сроки разработки документации, необходимой для проведения работ по консервации приостановленных строительством комплексов и обеспечению сохранности оборудования, конструкций и материалов, а также определяется организация, ответственная за сохранность этих объектов, оборудования, материалов.

13.4 Заказчик и подрядчик на основании приказа (распоряжения) о консервации строительства в месячный срок составляют:

- акт о приостановлении строительства с указанием в нем сметной стоимости объемов выполненных работ на объектах с приложением ведомостей на оборудование, конструкции и материалы, подлежащие консервации и передаче на строительство других объектов;

- перечень работ и затрат, необходимых для обеспечения сохранности законсервированных комплексов или их конструктивных элементов, не смонтированного оборудования, конструкций и неиспользованных материалов.

Указанный перечень составляется с участием проектной организации.

13.5 Комплексы жидкого водорода, строительство которых возобновляется после консервации, передаются подрядчику строительства по акту с указанием технического состояния на день передачи.

14. Требования пожарной безопасности производств, хранилищ, испытательных и стартовых комплексов. Организация пожарной безопасности

14.1 Общие положения

14.1.1 Пожарная безопасность производств, хранилищ, стендов, стартовых комплексов должна обеспечиваться с учетом требований Федеральных законов №69-ФЗ и №123-ФЗ, действующих нормативных документов и настоящего Свода правил.

14.1.2 Противопожарная защита объектов и необходимые системы и средства пожаротушения определяются проектной организацией и согласуются с надзорными органами в установленном порядке.

14.1.3 Лица, ответственные за пожарную безопасность технологических установок, стендов и другого оборудования, обязаны:

- организовать пожарную безопасность объекта в соответствии с требованиями п.14.1.1 настоящего стандарта;

- обеспечить выполнение требований пожарной безопасности обслуживающим персоналом;

- обеспечить исправность и готовность к действию имеющихся на участке (цехе) средств тушения пожаров и обучить обслуживающий персонал правилам обращения с ними;

- регулярно, не реже 1 раза в три месяца, проверять знание обслуживающим персоналом инструкции по мерам пожарной безопасности рабочих мест участка (цеха);

- в случае возникновения аварийной ситуации, связанной с пожаром или утечками водорода и опасностью взрыва немедленно вызвать пожарную охрану, одновременно приступив к ликвидации аварийной ситуации силами добровольной пожарной охраны (при наличии).

14.1.4 Для каждого рабочего места должна быть разработана инструкция о мерах пожарной безопасности, в которой необходимо отражать следующие вопросы:

- порядок содержания территории, зданий, сооружений и помещений, в том числе эвакуационных путей;

- мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технологических процессов при эксплуатации оборудования и производстве пожароопасных работ;

- порядок и нормы хранения и транспортировки пожаровзрывоопасных веществ и пожароопасных веществ и материалов;

- порядок осмотра и закрытия помещений по окончании работы;

- расположение мест для курения, применения открытого огня, проезда транспорта и проведения огневых или иных пожароопасных работ;

- порядок сбора, хранения и удаления горючих веществ и материалов, содержания и хранения спецодежды;

- допустимое количество единовременно находящихся в помещениях сырья, полуфабрикатов и готовой продукции;

- порядок и периодичность уборки горючих отходов и пыли, хранения промасленной спецодежды;

- предельные показания контрольно-измерительных приборов (манометры, термометры и др.), отклонения от которых могут вызвать пожар или взрыв;

- обязанности и действия работников при пожаре, в том числе при вызове пожарной охраны и медицинской помощи, аварийной остановке технологического оборудования, отключении вентиляции и электрооборудования (в том числе в случае пожара и по окончании рабочего дня), пользовании средствами пожаротушения и пожарной автоматики, эвакуации горючих веществ и материальных ценностей, осмотре и приведении в пожаровзрывобезопасное состояние всех помещений предприятия (подразделения);

- порядок эвакуации работающих из очага пожара и угрожающих мест;

14.1.5 Инструкции о мерах пожарной безопасности разрабатываются инженерно-техническим персоналом предприятия и утверждаются руководителем предприятия.

14.1.6 На территории объектов курить разрешается только в специально отведенных и оборудованных местах. На территории предприятия и в рабочих помещениях, где курить запрещено, должны быть вывешены необходимые предупредительные знаки.

14.2 Первичные средства пожаротушения

14.2.1 В качестве первичных средств пожаротушения необходимо использовать огнетушители, отвечающие требованиям СП 9.13130.

14.2.2 Для предельной площади помещений разных категорий (максимальная площадь, защищаемая одним или группой огнетушителей) следует предусматривать число огнетушителей одного из типов, указанное в таблицах 16 и 17 перед знаками "++" или "+".

14.2.3 Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей в защищаемом помещении или на объекте следует проводить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, а также класса пожара.

В случае возможности образования комбинированных очагов пожара (пожары различных классов) предпочтение при выборе следует отдавать огнетушителю с более широкой областью применения.

Т а б л и ц а 16 - Нормы оснащения помещений ручными огнетушителями

Категория помещения по взрывопожарной и пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь, м^2	Класс пожара	Огнетушители, (штук) *						
			Пенные и водные (вместимостью 10 л)	Порошковые (вместимость л/масса огнетушащего вещества, килограмм)			Хладоновые (вместимостью 2(3) литра)	Углекислотные (вместимость, л/масса огнетушащего вещества килограмм)	
				2/2	5/4	10/9		2/2	5(8) или 3(5)
А, Б, В1-В4 (горючие газы и жидкости)	200	A	2++	-	2+	1++	-	-	-
		B	4+	-	2+	1++	4+	-	-
		C	-	-	2+	1++	4+	-	-
		D	-	-	2+	1++	-	-	-
		E	-	-	2+	1++	-	-	2++
В1-В4 (Кроме горючих газов и жидкостей)	400	A	2++	4+	2++	1+	-	-	2+
		D	-	-	2+	1++	-	-	-
		E	-	-	2++	1+	2+	4+	2++
Г	800	B	2+	-	2++	1+	-	-	-
		C	-	4+	2++	1+	-	-	-
Д	1800	A	2++	4+	2++	1+	-	-	-
		D	-	-	2+	1++	-	-	-
		E	-	2+	2++	1+	2+	4+	2++
Общественные здания	800	A	4++	8+	4++	2+	-	-	4+
		E	-	-	4++	2+	4+	4+	2++

* Помещения оснащаются одним из представленных в настоящем документе видов огнетушителей с соответствующей вместимостью/массой.

Примечания

1 Для тушения очагов пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А - порошок типа АВСЕ; для классов В, С и Е – типа ВСЕ или АВСЕ; для класса D - типа D.

2 Знаком «++» обозначены огнетушители, рекомендуемые для оснащения объектов; знаком «+» - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендованных или при соответствующем обосновании; знаком «-» - огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

14.2.4 Выбор типа огнетушителя (переносной или передвижной) следует проводить с учетом размеров возможного очага пожара.

При выборе огнетушителей с соответствующими температурными пределами использования следует учитывать климатические условия эксплуатации зданий и сооружений предприятия.

14.2.5 Первичные средства пожаротушения размещают по цехам, производственным участкам, стендам, а также по всем вспомогательным зданиям и сооружениям.

Т а б л и ц а 17 - Нормы оснащения помещений передвижными огнетушителями

Категория помещения по взрывопожарной пожарной опасности	Предельная защищаемая площадь, м^2	Класс пожара	Огнетушители (штук) *				
			Воздушно-пенные огнетушители (вместимостью 100 л)	Порошковые огнетушители (вместимостью 100 л)	Комбинированные огнетушители (пена-порошок) (вместимостью 100 л)	Углекислотные огнетушители (вместимостью литров)	
						25	80
А, Б, В1-В4 (горючие газы и жидкости)	500	A	1++	1++	1++	-	3+
		B	2+	1++	1++	-	3+
		C	-	1++	1+	-	3+
		D	-	1++	-	-	-
		E	-	1+	-	2+	1++
В1-В4 (кроме горючих газов и жидкостей), Г	800	A	1++	1++	1++	4+	2+
		B	2+	1++	1++	-	3+
		C	-	1++	1+	-	3+
		D	-	1++	-	-	-
		E	-	1+	-	1++	1+

* Помещения оснащаются одним из 4 представленных в настоящей таблице видов огнетушителей с соответствующей вместимостью.

Примечания

1 Для тушения очагов пожаров различных классов порошковые огнетушители должны иметь соответствующие заряды: для класса А - порошок типа АВСЕ; для классов В, С и Е – типа ВСЕ или АВСЕ; для класса D - типа D.

2 Знаком «++» обозначены огнетушители, рекомендуемые для оснащения объектов; знаком «+» - огнетушители, применение которых допускается при отсутствии рекомендованных или при соответствующем обосновании; знаком «-» - огнетушители, которые не допускаются для оснащения данных объектов.

14.2.6 Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 20 м для зданий административно-бытового назначения; 30 м - для помещений категорий А, Б, В1-В4; 40 м - для помещений категорий Г; 70 м - для помещений категорий Д.

14.2.7 Первичные средства пожаротушения могут использоваться для локализации и ликвидации небольших загораний водорода, а также пожаров в начальной стадии развития.

14.2.8 При загорании жидкого или газообразного водорода в помещении рекомендуется контролировать процесс горения до тех пор, пока не будет перекрыт доступ газа к очагу пожара (если пламя водорода потушено, а поток его не прекращен, возможно повторное воспламенение образующейся водородо-воздушной смеси со взрывом). Одновременно имеющимися средствами пожаротушения необходимо принять меры к недопущению распространения огня на соседнее оборудование.

14.2.9 После прекращения доступа водорода к очагу пожара приступить к ликвидации возможного вторичного пожара имеющимися средствами пожаротушения.

14.2.10 В случае крупных аварийных проливов жидкого или утечек газообразного водорода в открытом пространстве, когда невозможно прекратить доступ газа к очагу возникшего пожара, производить тушение горящего водорода нецелесообразно. В этом случае рекомендуется защищать окружающие объекты от непосредственного воздействия пламени с помощью водяного орошения с использованием стационарных или мобильных средств.

14.2.11 Для тушения пожара на наружных установках, резервуарах и их оборудовании в его начальной стадии должны быть предусмотрены мобильные средства пожаротушения или передвижные огнетушители.

14.3 Системы пожарной сигнализации и оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре

14.3.1 Оснащение автоматической пожарной сигнализацией зданий, сооружений, помещений и оборудования должно осуществляться в соответствии с требованиями СП 5.13130.

14.3.2 Выбор типов пожарных извещателей осуществляется в зависимости от назначения защищаемых помещений и вида пожарной нагрузки в соответствии с требованиями СП 5.13130. Пожарные извещатели должны отвечать техническим требованиям, указанным в ГОСТ Р53325-2009.

14.3.3 Аппаратура системы пожарной сигнализации должна формировать команды на управление автоматическими установками пожаротушения, дымоудаления, оповещения о пожаре и управления инженерным оборудованием объектов при срабатывании не менее двух пожарных извещателей.

14.3.4 Производственные, административные и вспомогательные здания, наружные установки, склады (парки) и сливоналивные эстакады на водородных

комплексах должны быть оборудованы ручными пожарными извещателями для подачи сигнала о пожаре.

14.3.5 Ручные пожарные извещатели должны устанавливаться:

- для производственных зданий (помещений) категорий А, Б и (В1-В3) - вдоль эвакуационных путей, в коридорах, у выходов из цехов, складов на расстоянии не более чем через 50 м друг от друга, а для многоэтажных дополнительно на лестничных площадках каждого этажа;

- для административно-бытовых зданий и зданий общего назначения - коридорах, холлах, вестибюлях, на лестничных площадках, у выходов из здания;

- на наружных установках категорий АН, БН и ВН - по периметру установки или склада на расстоянии не более чем через 100 м один от другого, и на расстоянии не менее 5,0 м от границ наружных установок;

- на сливо-наливных эстакадах горючих газов - через 100 м один от другого, но не менее двух (у лестниц для обслуживания эстакад).

14.3.6 Ручные пожарные извещатели должны устанавливаться независимо от наличия извещателей автоматической пожарной сигнализации.

Освещенность в месте установки ручного пожарного извещателя должна быть не менее 50 лк.

14.3.7 Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре СОУЭ должны удовлетворять требованиям СП 3.13130.

14.3.8 СОУЭ должны иметь автоматическое (приведение в действие СОУЭ командным импульсом автоматических установок пожарной сигнализации и/или пожаротушения) или полуавтоматическое (приведение в действие СОУЭ диспетчером при получении командного сигнала от автоматических установок пожарной сигнализации или пожаротушения) управление. Выбор вида управления должен определяться в зависимости от функционального назначения, конструктивных и объемно-планировочных решений зданий и сооружений водородного комплекса, исходя из условий обеспечения безопасной эвакуации людей при пожаре.

14.3.9 Допускается использование различных типов СОУЭ, классифицируемых согласно табл. 1 СП 3.13130, в различных зонах пожарного оповещения.

14.4 Автоматические установки пожаротушения

4.4.1 Оснащение автоматическими установками пожаротушения зданий, сооружений, помещений и оборудования должно осуществляться в соответствии с требованиями СП 5.13130.

Пожаровзрывоопасные производственные помещения (закрытые хранилища водорода, помещения стендовых емкостей и т.д.) рекомендуется оборудовать автоматическими установками газового (объёмного) пожаротушения и флегматизации (предупреждения взрывов).

14.4.2 Проектирование автоматических установок газового пожаротушения и флегматизации должно осуществляться проектной организацией, имеющей лицензию на проведение таких работ, по специальной методике, согласованной в установленном порядке.

В качестве огнетушащих веществ в установках газового пожаротушения и флегматизации следует применять составы в соответствии с СП 5.13130.2009.

14.4.3 Автоматические установки газового пожаротушения и флегматизации должны быть оборудованы автоматической звуковой и световой сигнализацией, оповещающей персонал о подаче огнетушащего вещества в помещение. Вход в помещение, заполненное огнетушащим составом, для проведения аварийных работ может быть разрешен только в изолирующих противогазах.

14.4.4Испытания системы объёмного пожаротушения и флегматизации проводятся по программе, определяемой совместно проектной и эксплуатирующей организациями:

- полные испытания, проводимые перед вводом в эксплуатацию, с выпуском огнетушащего вещества или его имитатора;

- регламентные испытания, проводимые не реже 2 раз в год, без выпуска огнетушащего состава.

По результатам испытаний составляется акт и выдаётся разрешение на эксплуатацию.

14.4.5 При возникновении в помещениях аварийной ситуации (утечки и накопления водорода) и содержании 0,4 % об. водорода должна срабатывать автоматическая световая и звуковая сигнализация. Обслуживающему персоналу необходимо принять все меры для ликвидации аварийного положения и эвакуации лиц, не участвующих непосредственно в ликвидации аварий. При достижении концентрации 1,0 % по объему должна включаться аварийная вентиляция.

14.4.6 При возникновении в помещениях пожара по сигналам от пожарных извещателей, а также при концентрации 2 % об. водорода (в результате его утечки из оборудования) должна срабатывать система объёмного пожаротушения и флегматизации: в не обслуживаемых помещениях - автоматически, в обслуживаемых – с помощью ручного дистанционного пуска.

14.4.7 Система объёмного пожаротушения и флегматизации должна быть сблокирована с системой вентиляции защищаемого помещения. При включении в работу противопожарной системы должна автоматически отключаться вентиляция.

14.4.8 Для контроля за техническим состоянием автоматических установок пожаротушения назначают ответственное лицо из числа технического персонала предприятия, а для круглосуточного обслуживания установок - бригаду из лиц, прошедших специальную подготовку. Лицо, ответственное за работу стационарной установки, должно систематически (не реже одного раза в неделю) осуществлять контроль за ее состоянием, правильным ведением рабочего журнала и знанием бригадой своих обязанностей.

14.4.9 Бригада обслуживания во время дежурства должна осуществлять контроль за сохранностью запаса огнетушащего вещества, давлением в емкостях и трубопроводах установки, за правильным положения запорной арматуры, состоянием распылительных насадок, датчиков автоматического и дистанционного пуска. Даты проведения осмотров и их результаты должны быть отражены в специальном журнале.

14.4.10 В проходных кабельных тоннелях и коллекторах необходимо предусматривать устройство автоматических установок пожарной сигнализации и ав-

томатических установок пожаротушения. Выбор этих установок в зависимости от назначения кабельных сооружений, числа одновременно прокладываемых кабелей и их протяженности в каждом отдельном случае производится по согласованию с органами пожарного надзора.

14.4.11 Огневые боксы должны быть оборудованы системой орошения водой или пожаротушения газообразным азотом с дистанционным включением на случай возникновения пожара на стенде. Допускается использование жидкого азота.

14.4.12 Для защиты открытых резервуаров хранилищ и технологических установок на случай пожара необходимо предусматривать водяное орошение.

Минимальная интенсивность подачи воды на охлаждение поверхности оборудования для стационарных установок орошения должна приниматься в соответствии с таблицей 18.

Т а б л и ц а 18. Минимальная интенсивность подачи воды на охлаждение поверхности оборудования для стационарных установок орошения

Наименование оборудования	Интенсивность подачи воды, $л/м^2 \cdot с$
Сферические и цилиндрические резервуары с жидким водородом, находящиеся в зоне горения:	
- поверхности резервуаров без арматуры	не менее 0,20
- опоры, поверхности резервуаров в местах расположения арматуры	не менее 0,50
- соседнее оборудование, вне зоны горения	не менее 0,10
Аппараты колонного типа	не менее 0,20

14.4.13 Расчетную продолжительность охлаждения автоматическими установками орошения резервуаров (горящего и соседних с ним) следует принимать из условия полного выгорания водорода при аварийном проливе, но не менее 90 минут.

14.4.14 Максимальный срок восстановления противопожарного запаса воды в противопожарных емкостях (после пожара) не должно превышать 24 ч. При на-

личии в резервуарах пожарной воды двукратного расчетного количества вода требование к сроку восстановления не предъявляются.

14.4.15 Расход воды на орошение лафетными стволами резервуаров принимается в зависимости от их объёма:

Общий объём резервуара, $м^3$	Расход воды, л/сек
До 200	15
200 - 1000	20
1000 - 2000	40
свыше 2000	80

14.4.16 Противопожарное водоснабжение следует обеспечивать в соответствии с требованиями СП 8.13130.

14.4.17 Система противопожарного водоснабжения должна обеспечивать потребность в воде: установок пожаротушения, установок водяного орошения, стационарных лафетных стволов, пожарных гидрантов,
пожарных кранов зданий.

14.4.18 Прокладку трубопроводов подачи воды к системам противопожарной защиты изотермических резервуаров следует осуществлять подземно.

14.4.19 Запас воды для системы противопожарного водоснабжения должен определяться из условия обеспечения максимальной потребности в воде (с учетом положений п. 14.4.17) в течение времени выгорания пролитого водорода, но не менее 90 минут. Максимальная потребность (расход) в пожарной воде для противопожарной защиты определяется из условия орошения стенок и оборудования аварийного резервуара. Также следует учитывать необходимость орошения с той же интенсивностью обращенных к аварийному резервуару хранения поверхностей соседних резервуаров. Дополнительно следует учитывать расход воды из гидрантов в размере 25 % от суммарного расхода стационарных установок водяного орошения (включая стационарные лафетные стволы).

14.4.20 Количество резервуаров пожарной воды должно быть не менее двух, при этом в каждом из них должно храниться не менее 50 % объема воды на

пожаротушение. Пожарные резервуары должны быть оборудованы устройствами для ее забора передвижной пожарной техникой.

15 Газоспасательная служба

15.1 На каждом предприятии, имеющем промышленные водородные объекты, должны быть организованы газоспасательные станции (пункты).

15.2 Газоспасательные станции оснащаются средствами оказания первой помощи, транспортом и связью.

15.3 Основной задачей газоспасательной службы на предприятии является организация и проведение профилактической работы по предупреждению аварий и созданию условий для успешной их ликвидации в соответствии с действующей инструкцией [43].

15.4 Профилактическому обследованию подлежат все взрыво- и пожароопасные производственные участки предприятия.

15.5 Организация профилактической работы возлагается на администрацию предприятия и начальника газоспасательной службы.

15.6 Газоспасательная станция должна осуществлять:

- контроль за наличием, исправным состоянием и правильным использованием средств защиты органов дыхания (изолирующих, фильтрующих противогазов), а также спасательных средств (поясов, карабинов и др.);

- проведение аварийно-спасательных работ и оказание первой помощи пострадавшим;

- контроль за состоянием газовоздушной среды в рабочих и складских помещениях;

- учет и анализ утечек газа и аварийных положений в газовом хозяйстве в целях реконструкции отдельных узлов и участков, а также проведение мероприятий по улучшению работы оборудования;

- инструктаж персонала предприятия по правильному ведению газоопасных и пожаро-взрывоопасных работ, а также по оказанию первой помощи пострадавшим;

- проведение тренировочных занятий.

15.7 На каждом предприятии должен быть составлен план ликвидации аварий в соответствии с действующим руководящим документом [41].

15.8 На предприятии должны быть выявлены места, представляющие опасность для здоровья и жизни работающих.

Перечень опасных мест утверждается главным инженером в инструкции по охране труда предприятия; с перечнем должен быть ознакомлен каждый работающий.

15.9 На опасных местах должны быть вывешены соответствующие надписи и предупредительные знаки.

Работа в газоопасных местах должна производиться в соответствии с действующим положением [43].

16 Охрана труда

16.1 При соблюдении требований по охране труда требуется пользоваться документами СП 1.1.1058, СП 1.1.2193, СП 2.2.1.1312, СП 2.2.2.1327, [44], [45].

16.2 К работе по обслуживанию и ремонту оборудования допускаются лица в соответствии с 16.1.

16.3 Технологические объекты, помещения производственного, административно-хозяйственного, бытового назначения и места постоянного или временного пребывания на территории людей в пределах опасной зоны оснащаются эффективными системами оповещения персонала об аварийной обстановке на технологическом объекте.

Планами ликвидации аварии должны предусматриваться меры по выводу в безопасное место людей, не связанных непосредственно с ликвидацией аварии.

16.4 Для проведения ремонта аппаратуры и оборудования на действующих производствах разрабатываются дополнительные меры безопасности, утвержденные техническим руководителем комплекса жидкого водорода.

16.5 Операции по приему-отпуску жидкого водорода следует проводить в светлое время суток или при достаточном местном освещении рабочей зоны. При этом все транспортные средства, наливные устройства и трубопроводы должны быть заземлены, двигатели автомашин выключены, вывешены соответствующие предупреждающие знаки и приняты все требуемые меры безопасности.

16.6 Должен осуществляться контроль герметичности технологического оборудования, трубопроводов, арматуры, где возможны утечки взрывопожароопасных паров и газов.

16.7 Контроль загазованности атмосферы производственных помещений и промплощадок следует осуществлять посредством газоанализаторов с сигнализацией и включением аварийной вентиляции.

16.8 Параметры воздуха рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005 и нормам [10].

16.9 Обслуживающий персонал должен работать в спецодежде, знать и уметь пользоваться и применять в работе индивидуальные и коллективные средства защиты.

16.10 Работы внутри технологического оборудования должны производиться в соответствии с [42], [43], по специальному наряду-допуску.

16.11 Работы с применением открытого огня (сварка, резка и др.) в помещениях или на наружных площадках действующих производств следует производить в соответствии с типовой инструкцией.

17 Охрана окружающей среды

17.1 Для соблюдения требований по охране окружающей среды требуется пользоваться документами СП 2.1.7.1386.

17.2 При проектировании, строительстве и эксплуатации комплексов по производству, хранению и выдаче жидкого водорода следует предусматривать и

осуществлять мероприятия по охране окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов в соответствии с требованиями санитарных правил и норм [10] и других действующих нормативных документов.

17.3 Необходимо предусматривать в проекте:

- охрану почвенно-растительного покрова и восстановление нарушенных при строительстве земель;

- санитарно-защитную зону, озеленение территории;

- организацию рассеивания вентиляционных и технологических выбросов, содержащих промышленные газы, для достижения их содержания ниже предельно допустимых концентраций в атмосферном воздухе населенных мест.

17.4 На каждом предприятии должен быть разработан экологический паспорт, проект нормативов предельного размещения отходов, проект нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу, проект нормативов предельно допустимых сбросов в водоемы.

17.5 Необходимо предусмотреть контроль почвы согласно ГОСТ 17.4.2.01.

17.6 При размещении каждого комплекса жидкого водорода должен быть разработан проект привязки объекта к местности, в котором должен быть представлен раздел «Охрана окружающей среды» в полном объеме.

18 Индивидуальные средства защиты

18.1 Все работающие с газообразными и жидкими водородом, с газообразными и жидкими азотом и аммиаком должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты: спецодеждой, спецобувью и средствами защиты органов дыхания и глаз.

18.2 Работающим во взрывоопасных помещениях, а также в помещениях, где возможно выделение водорода, не разрешается применять спецодежду, изготовленную из материалов, образующих электростатические заряды.

18.3 Выдача, пользование, ремонт спецодежды, спецобуви и индивидуальных средств защиты должны осуществляться в соответствии с требованиями инструкции [46].

18.4 Цеховая администрация обязана снабжать рабочих спецодеждой и спецобувью, отвечающим установленным стандартам.

18.5 Для защиты органов дыхания при содержании кислорода менее 19 % рекомендуется применять противогазы:

- кислородные изолирующие приборы КИП-5 и КИП-7;

- шланговые противогазы - самовсасывающие типа ПВ-1 и с принудительной подачей воздуха типа ПШ-2-57; шланговый прибор ДПА-5; шланговый респиратор ДИП-62; пневмомаску ЛИЗ-5; противогазы ИП-46 и др.

Примечания

1 При работах в газовых коллекторах, каналах, емкостях и т.п. следует пользоваться шланговыми противогазами ОШ-2 с принудительной подачей воздуха.

2 При систематическом выполнении газоопасных работ внутри аппаратов подачу воздуха к шланговым противогазам следует осуществлять централизованно через воздуховод со штуцерами для присоединения к ним шлангов.

3 В цехах, отнесенных к категории А, следует пользоваться шланговыми противогазами самовсасывающего типа (III-2) или с подачей воздуха воздуходувкой с ручным приводом. При пользовании шланговым противогазом с принудительной подачей воздуха типа III-2 с электродвигателем в нормальном исполнении воздуходувка и электродвигатель должны устанавливаться вне цеха или в помещении с нормальной средой.

4 В комплекте шлангового противогаза должен находиться предохранительный пояс с лямками и веревкой.

18.6 При работе в аппарате (кожухе), где возможны утечки водорода или азота, необходимо пользоваться только шланговым или кислородным изолирующим противогазом.

18.7 Персонал цехов должен быть обучен правилам обращения, ухода и применения противогазов путем прохождения обязательного технического минимума и систематического инструктажа работающих, включая обучение практическим навыкам надевания и пользования противогазом.

18.8 Администрация обязана вести учет выдачи и наблюдение за сроками действия противогазов, а также обеспечивать санитарные условия хранения их, дезинфекцию лицевых частей противогазов, проверку исправности коробок и т.п.

18.9 Для защиты от вредной пыли работающие должны обеспечиваться респираторами фабричного изготовления и иметь постоянный запас тампонов (вкла-

дышей), а для защиты глаз и лица - предохранительными щитками или защитными очками с боковыми щитками.

18.10 В каждом пожаро- и взрывоопасном цехе необходимо хранить требуемое количество аварийного инструмента, аккумуляторных фонарей, спасательных поясов, аварийный запас противогазов, спецодежды и обуви. Они должны храниться в специальных шкафах при входе в опасные помещения. О месте их нахождения должны быть ознакомлены все работающие на объекте.

Ответственность за правильное использование защитных средств наравне с лицами, непосредственно выполняющими работу, возлагается на мастера и начальника участка (смены).

19 Допуск к работе, инструктаж и обучение рабочих и инженерно-технических работников

19.1 К работе, связанной с получением и использованием водорода, допускаются лица, достигшие 18 - летнего возраста, прошедшие медицинскую комиссию и не имеющие противопоказаний к этим работам, обученные по специальной программе и сдавшие экзамены, прошедшие инструктаж по охране труда и противопожарной безопасности. Периодический медицинский осмотр работники должны проходить не менее одного раза в год.

19.2 К самостоятельной работе допускаются лица после стажировки на рабочем месте в течение 2-14 смен под руководством лиц, назначенных приказом по предприятию, (распоряжением по участку или другому производственному подразделению). Стажировка и допуск оформляются документально.

19.3 Программа для обучения рабочих безопасным методам выполнения работ должна утверждаться главным инженером предприятия. В программу включается подробное ознакомление:

- с технологическими процессами на данном участке и мерами безопасности при выполнении работ;

- с устройством и порядком обслуживания оборудования;

- с правилами пользования средствами индивидуальной и противопожарной защиты, соблюдения личной гигиены;

- с производственными опасностями и вредностями;

- с безопасными приёмами работы и организацией рабочего места и культуры производства.

19.4 Ответственность за своевременное и качественное проведение инструктажа на рабочем месте возлагается на руководителя производственного участка.

19.5 Инструктаж по охране труда и противопожарной безопасности для работающих должен проводиться не реже одного раза в квартал.

19.6 Аттестация работников на право эксплуатации водородного оборудования проводится до начала эксплуатации и в дальнейшем проверка знаний правил эксплуатации проводится не реже одного раза в год с составлением протокола.

19.7 Лица, имеющие перерыв в работе более 30 дней, должны пройти повторный инструктаж по безопасному обслуживанию оборудования.

19.8 Каждый инструктаж должен оформляться записью в специальном журнале.

19.9 На каждом предприятии должен быть составлен и утвержден главным инженером перечень профессий, по которому в установленные сроки рабочие и инжнерно-технические работники подлежат обязательному обучению и аттестации по безопасным методам работы.

19.10 Руководители и специалисты предприятий должны проходить обучение и аттестацию по безопасным методам труда. Повторное обучение (переаттестация) проводится не менее одного раза в год и заканчивается проверкой знаний требований охраны труда (аттестацией). Внеочередная проверка знаний требований охраны труда работников, независимо от сроков предыдущей проверки проводится:

- при введении новых или внесении изменений и дополнений в действующие законодательные и иные нормативные правовые акты, содержащие требова-

ния охраны труда, при этом осуществляется проверка знаний только этих законодательных и нормативных правовых актов;

- при вводе в эксплуатацию нового оборудования и изменениях технологических процессов, требующих дополнительных знаний по охране труда работников. В этом случае осуществляется проверка знаний требований охраны труда, связанных с соответствующими изменениями;

- при назначении или переводе работников на другую работу, если новые обязанности требуют дополнительных знаний по охране труда (до начала исполнения ими своих должностных обязанностей);

- по требованию должностных лиц федеральной инспекции труда, других органов государственного надзора и контроля, а также федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области охраны труда, органов местного самоуправления, а также работодателя (или уполномоченного им лица) при установлении нарушений требований охраны труда и недостаточных знаний требований безопасности и охраны труда;

- после происшедших аварий и несчастных случаев, а также при выявлении неоднократных нарушений работниками организации требований нормативных правовых актов по охране труда;

- при перерыве в работе в данной должности более одного года.

19.11 Работы, оформленные по нарядам как особо опасные, должны выполняться только после проведения инструктажа и проверки знаний исполнителей.

Приложение А
(обязательное)

Методика расчета безопасных расстояний при сооружении хранилищ жидкого водорода

А.1 Открытые хранилища

А.1.1 При устройстве открытых хранилищ жидкого водорода безопасные расстояния до сооружений, не входящих в состав хранилища, следует определять по действию воздушной ударной волны возможного взрыва.

А.1.2 При аварийном проливе жидкого водорода в некоторый момент времени облако достигает таких постоянных размеров, при которых распределение температуры и концентрации водорода в смеси носит устойчивый, стационарный характер. В этот момент количество тепла, поступающего через поверхность облака из окружающего воздуха, уравновешивается количеством тепла, идущим на нагревание отдельных частей облака до стационарных значений температур. Расчет массы водорода и соответственно энергетического потенциала взрывоопасного облака определяется энергией сгорания парогазовой фазы, образовавшейся в результате испарения жидкого водорода с максимально возможной площади испарения. При этом принимается:

- при аварии резервуара происходит полное его разрушение;
- максимальная площадь пролива (Fж) определяется размерами обвалования;
- режим испарения нестационарный.

Средняя скорость испарения жидкого водорода (Uж) принимается 6 см/мин. или 255 кг/м^2·ч в течении $t_{нест}$ = 125 – 150 с.

При этом тротиловый эквивалент определяется по формуле согласно [47], [48]

$$C_{экв} = 50\ Fж, \qquad (А.1)$$

где $C_{экв}$ - тротиловый эквивалент, ТНТ

Fж – максимальная площадь пролива, м^2.

Оценочные расчеты показывают, что доля водорода участвующая во взрыве составляет около 6 % от всего количества пролитого водорода.

А.1.3 Для уменьшения площади пролива в случае небольших аварий (например, обрыв трубопровода слива-налива) пространства внутри обваловки (рвов) рекомендуется покрывать слоем гравия толщиной 20-30 см.

А.1.4 Расчет безопасных расстояний от резервуаров открытых хранилищ следует производить по формулам согласно [48]:

$$R_{без} = к \cdot \sqrt{C_{экв}}; \quad (А.2)$$

$$R_{без} = К \cdot \sqrt[3]{C_{экв}} \quad (А.3)$$

где $R_{без}$ - безопасное расстояние, м;

к и К - коэффициенты пропорциональности, величина которых зависит от характера допускаемых разрушений объектов, до которых рассчитывается $R_{без}$.

$C_{экв}$ - тротиловый эквивалент взрыва, рассчитанный по формуле (А.1).

Значение коэффициентов «к» и «К» следует выбирать по таблице А.1 настоящего приложения, исходя из следующих условий:

- для $C_{экв}$, большем 10000 кг ТНТ, при 1,2 и 3 степени безопасности принимается коэффициент «К» и используется формула (А.3);

- для всех остальных степеней безопасности, а также для 1,2 и 3-й степени безопасности при $C_{экв}$, меньшем или равным 10000 кг ТНТ, применяется коэффициент «к» и используется формула (А.2).

А.1.5 При использовании таблицы А.1 необходимо руководствоваться следующим:

- при выборе степени безопасности и значения коэффициентов «к» и «К» должна учитываться вся совокупность местных условий и значимость объектов, расположенных в районе хранилища жидкого водорода;

- в общих случаях при расчете безопасных расстояний от хранилищ жидкого водорода до населенных пунктов, авто- и железнодорожных магистралей, крупных водных путей, заводов, складов взрывчатых и огнеопасных материалов и сооружений государственного значения принимается 3 степень безопасности;

- для отдельно стоящих зданий и сооружений второстепенного значения, автомобильных и железных дорог с малоинтенсивным, для особо прочных сооружений (железных и железобетонных мостов, железобетонных стендов и т.п.), а также при расположении хранилищ на высоких берегах (в случае расчета расстояний до крупных водных путей) принимается 4 степень безопасности;

- коэффициенты в таблице А.1 даны не однозначно, а в известных пределах; выбор того или иного значения должен производиться в зависимости от состояния объекта, для которого устанавливается безопасное расстояние: чем прочнее этот объект, тем меньшее значение коэффициента может быть принято при расчете в пределах значений, указанных в таблице А.1;

- формулы для расчета минимальных безопасных расстояний по действию воздушной ударной волны взрыва от хранилищ жидкого водорода до различных сооружений даны в таблице А.2.

Т а б л и ц а А.1 - Значение коэффициентов «к» и «К» для расчета расстояний от хранилищ жидкого водорода, безопасных по действию воздушной ударной волны взрыва [49]

Степень безопасности	Возможные повреждения	$C_{экв}$, кг ТНТ	к	К
1	Отсутствие повреждений	$\leq$ 10000 $>$ 10000	50-150	- 400
2	Случайные повреждения застекления	$\leq$ 10000 $>$ 10000	10-30 -	- 60-100
3	Полное разрушение застекления Частичные повреждения рам, дверей, нарушение штукатурки и внутренних легких перегородок	$\leq$ 10000 $>$ 10000	5-8 -	- 30-50
4	Разрушение внутренних перегородок, рам, дверей, бараков, сараев и т.п.	-	2-4	-
5	Разрушение малостойких каменных и деревянных зданий, опрокидывание железнодорожных составов, повреждение линий электропередачи	-	1,5-2,0	-
6	Пролом прочных кирпичных стен, полное разрушение коммунальных и промышленных сооружений, повреждение ж.д. мостов и полотна	-	1,4	-

А.1.6 В случае, когда известна стойкость сооружения к воздействию воздушной ударной волны взрыва или необходимо уменьшить расстояние от резервуаров хранилища и сооружений испытательных комплексов до тех или иных сооружений посредством укреплений этих сооружений, безопасные расстояния могут быть определены исходя из параметров воздушной ударной волны взрыва и стойкости сооружений к ее воздействию.

Т а б л и ц а А.2 - Формулы для расчета минимальных безопасных расстояний по действию воздушной ударной волны взрыва от хранилищ жидкого водорода до различных сооружений согласно [48]

Примерный перечень объектов, до которых рассчитываются безопасные расстояния	Формулы для расчета минимально допустимых расстояний $R_{без}$, м
Отдельные здания, сооружения, авто-и железные дороги с небольшим движением, особо прочные по сопротивляемости действию ударной волны сооружения (железные и железобетонные мосты, железобетонные стенды и т.д.)	$R_{без} = 2 \cdot \sqrt{C_{экв}}$
Населенные пункты, авто-и железнодорожные магистрали, крупные водные пути, заводы и фабрики, склады взрывчатых и огнеопасных материалов, сооружения государственного значения, а также линии электропередач высокого напряжения	$R_{без} = 5\sqrt{C_{экв}}$ при $C_{экв} \le 10000$ кг $R_{без} = 30\sqrt[3]{C_{экв}}$ при $C_{экв} > 10000$ кг
Объекты, для которых допустимы только случайные повреждения застекления	$R_{без} = 10\sqrt{C_{экв}}$ при $C_{экв} \le 10000$кг $R_{без} = 60\sqrt[3]{C_{экв}}$ при $C_{экв} > 10000$кг

Основные параметры падающей воздушной ударной волны взрыва могут быть определены по формулам [49]:

$$\Delta P = \frac{1{,}06}{\overline{R}} + \frac{4{,}3}{\overline{R}^2} + \frac{14}{\overline{R}^3}, \quad (А.4)$$

$$I_+ = 20\frac{C_{экв}^{1/3}}{\overline{R}}, \quad (А.5)$$

$$t_+ = 1{,}5\sqrt[6]{C_{экв}} \cdot \sqrt{R} \cdot 10^{-3}, \quad (А.6)$$

$$\overline{R} = \frac{R \cdot P_0^{1/3}}{\sqrt[3]{C_{экв}}}, \quad (А.7)$$

где ΔP - избыточное давление во фронте ударной волны, кгс/см^2;

$\overline{R}$ - приведенное расстояние;

I_+ - удельный импульс фазы сжатия в ударной волне, кг·с/м^2;

t_+ - время действия фазы сжатия в ударной волне, с;

R - расстояние до точки с интересующим нас значением, м;

P_0 - давление в окружающей среде.

Формула (А.4) справедлива при $\overline{R} \ge 3$.

А.1.7 Если хранилище состоит из нескольких резервуаров, то обваловывать или создавать защитный ров целесообразно для каждого резервуара. В этом случае безопасные расстояния до других сооружений рассчитываются из условия пролива одной емкости.

А.1.8 В случае, если у хранилища имеются прочные преграды в виде стен, валов и т.п., то безопасное расстояние может быть уменьшено, но не более чем в два раза.

А.1.9 В случае расположения хранилища в узкой долине по ее направлению безопасное расстояние до защищаемого объекта должно удваиваться.

А.1.10 Помимо расчета безопасных расстояний по действию воздушной ударной волны взрыва для открытых хранилищ жидкого водорода, целесообразно предусмотреть противопожарный разрыв до ближайших сооружений. Противопожарный разрыв при горении водорода следует определять согласно нормам [50] для сжиженных углеводородных газов пропорционально интенсивности теплового излучения пламени.

А.2 Подземные хранилища

А.2.1 При сооружении закрытых подземных хранилищ жидкого водорода следует производить оценку сейсмически опасной зоны.

А.2.2 Расчет сейсмически опасной зоны для подземных хранилищ следует производить по методике [49]:

$$R_c = K_c \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{V}, \qquad (А.8)$$

где R_c - радиус сейсмически опасной зоны, м;

K_c - коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого сооружения (см. таблицу А.3);

α - коэффициент, равный 1,2, если перекрытие хранилища при взрыве внутри хранилища не вскрывается, и равный 0,7, если перекрытие вскрывается;

V - объём свободного пространства в помещении хранилища, занятый воздухом, м^3.

При расчете R_c по формуле (А.8) на границе зоны будут наблюдаться колебания поверхности силой в 6-7 баллов.

А.2.3 Для закрытых подземных хранилищ жидкого водорода, которые не вскрываются при взрыве, расчет безопасных расстояний по действию воздушной ударной волны взрыва производить не следует.

Т а б л и ц а А.3 - Значение коэффициента K_c для расчета сейсмически безопасных расстояний из правил [47].

Грунт в основании охраняемого сооружения	K_c
Скальные породы:	
плотные	3
нарушенные	5
Грунта:	
галечниковые и щебенистые	7
песчаные	8
насыпные и почвенные	15
водонасыщенные (плывуны и торфяники)	20

А.2.4 Для закрытых подземных хранилищ жидкого водорода, которые вскрываются при взрыве, следует оценивать безопасные расстояния по действию воздушной ударной волны взрыва. Оценка производится в соответствии с А.1.4-А.1.6.

При этом тротиловый эквивалент взрыва принимается равным

$$C_{экв} = 0{,}5\ V, \qquad (А.9)$$

где V - объём свободного пространства в помещении хранилища, занятый воздухом, м^3.

Формулу (А.2) следует применять при расчете безопасных расстояний для 1, 2 и 3 степени безопасности при значениях $C_{экв}$, меньших или равных 10 т ТНТ, и для 4 и 5 степени безопасности при любых значениях $C_{экв}$.

Формулу (А.3) следует применять при расчете безопасных расстояний для 1, 2 и 3 степени безопасности при $C_{экв}$ больших 10 т ТНТ.

А.2.5 Для полузаглубленных и заглубленных, но не закрытых хранилищ оценка безопасных расстояний по действию воздушной ударной волны взрыва производится так же, как и для открытых хранилищ.

А.2.6 Для заглубленных, но не закрытых хранилищ наряду с безопасными расстояниями по действию воздушной ударной волны взрыва следует производить оценку сейсмически опасной зоны. Эта оценка производится так же, как и в случае подземных хранилищ. Коэффициент α следует принимать равным 0,7. Для этого типа хранилищ оценка пожарного разрыва производится в соответствии с указаниями [50], как для хранилищ с подземными резервуарами.

Приложение Б
(обязательное)

Методика расчета безопасных расстояний при сооружении стендовых комплексов

От стендов I категории до других зданий испытательной станции безопасные расстояния определяются исходя из параметров воздушной ударной волны взрыва при одновременном проливе жидкого водорода и кислорода из полностью заправленных баков ДУ и стойкости окружающих сооружений к ее воздействию.

Мощность взрыва в тротиловом эквиваленте следует принимать исходя из возможности взрыва при проливе полностью заправленных водородом и кислородом топливных баков двигательной установки с соответствующим тротиловым эквивалентом и обоснованного значения коэффициента z использования водорода в смеси. В процессе взрыва при аварийных ситуациях коэффициент z зависит от режимов смешения водорода с кислородом и определяется конструктивным исполнением стенда, а также эффективностью систем диагностики и аварийной защиты испытательных комплексов. Рекомендуемое значение z для испытательных комплексов, выполненных в открытом исполнении с наличием распашных ворот и открываемой крышей бокса при проведении испытаний, составляет в соответствии с [51].

$$z = \frac{f_{пк}}{f_к} = \left(0{,}17 - 0{,}015 \ell g G\right), \qquad \text{(Б.1)}$$

$$C = G \cdot f_к \cdot z = G \cdot f_{пк}, \qquad \text{(Б.2)}$$

где z – доля массы водорода участвующая во взрыве;

$f_{пк}$ - практический тротиловый эквивалент взрывчатой конденсированной системы, реально образующейся при одновременном разрушении баков ;

$f_к$ - максимально возможный (лабораторный) тротиловый эквивалент;

G - масса водородо-кислородного топлива в ракете $(G \geq 50)$, т;

C - масса ВВ, образующегося при аварии (в тротиловом эквиваленте).

Здесь $f_к$ максимально возможный (лабораторный) тротиловый эквивалент тщательно приготовленной конденсированной системы (тв. O_2 – жH_2) равный $1{,}5-1{,}6 \ \frac{кг \ \ ТНТ}{кг \ \ топлива}$, что в два раза меньше потенциального (энергетического) тротилового эквивалента, равного 3,2 кг ТНТ/кг топлива. Для расчета значения z при одновременном проливе от 50 т топлива до 7 т (от 1 т жидкого водорода до 6,7 т) необходимо использовать формулу (Б.1) с ее экстраполяцией до значений 7т < G <50т.

Примечание – Работами Флоридского университета и фирмы Аэроспейс рекомендуется оценивать мощность аварийного взрыва водородно-кислородного топлива в тротиловом исчислении как 20 % от веса этого топлива с вероятностью 94 % - 85 % [51].

Для оценки взрывоопасности при разливе больших количеств жидкого водорода в открытой воздушной атмосфере необходимо использовать зависимости:

$$z = \frac{f_{пг}}{f_г} \qquad (Б.3)$$

$$C = G_{H_2} \cdot f_г \cdot z = G_{H_2} \cdot f_{пг} \qquad (Б.4)$$

где z – доля массы водорода, участвующая во взрыве;

$f_{пг}$ - практический тротиловый эквивалент взрывчатой конденсированной системы, реально образующейся при разрушении водородного бака в атмосфере;

$f_г$ - максимально возможный (лабораторный) тротиловый эквивалент при взрыве водорода в атмосфере;

G_{H_2} - масса разливаемого в атмосфере жH_2, т;.

С - масса ВВ, образующегося при аварии (в тротиловом эквиваленте).

$f_{пг}$ становится известным, поскольку $f_г$ определен соотношением $f_г = (10-10{,}5)\frac{кг\ \ ТНТ}{кг\ \ топлива}$ (тротиловый эквивалент почти в три раза меньше потенциального (энергетического) тротилового эквивалента). Дальнейший расчет безопасных расстояний и параметров воздушной волны вести в соответствии с уравнениями А.2 – А.7. Для испытательных стендов I категорий испытаний ДУ блоков ракет, выполненных с частично открываемыми ограждениями и раскрываемой крышей бокса, при проведении испытаний z может быть принят равным 0,1 [5], но должен быть обоснован применяемыми дополнительными мерами безопасности (по ДУ, стенду и организации испытаний).

Дополнительные меры безопасности при испытаниях кислородно-водородных ДУ на испытательных стендах I-й категории (для принятия коэффициента участия водорода во взрыве z = 0,1)

Наиболее опасными являются *стендовые* испытания ДУ, т. к. в случае разгерметизации топливной системы работающий двигатель (выхлопная струя) может явиться инициатором взрыва смесей выброса (пролива) водорода с воздухом при разрушении топливного бака. Безопасность испытания ДУ на стенде определяется количеством заправляемого водорода в топливный бак ДУ. При оценке безопасности применяется гипотеза мгновенного разрушения бака

горючего, пролива и взрыва образуемых смесей водорода с воздухом с учетом тротиловых эквивалентов и коэффициента участия водорода во взрыве (z = 0,05…0,42).

В связи с вышеизложенным “холодные” и огневые стендовые испытания (ХСИ и ОСИ) кислородно-водородных ДУ должны проводиться **с выполнением специальных мероприятий по безопасности и требований к системам ДУ, стенда и проведению испытаний [52].**

Требования к испытаниям ДУ:

- для первых испытаний ДУ выполняется с более упрочненными баками, двигатель отделяется от баков защитным устройством (бронеплитой);

- двигатель до начала испытаний в составе ДУ должен иметь коэффициент надежности не ниже 0,98, подтвержденный при автономных испытаниях;

- агрегаты и системы ДУ должны быть испытаны автономно на натурных компонентах;

- огневым испытаниям должны предшествовать “холодные” испытания ДУ для проверки совместного функционирования систем;

- в баках ДУ должны быть установлены разделительные клапаны по магистралям питания окислителя и горючего, клапаны аварийного слива компонентов из баков, дополнительные дренажно-предохранительные клапаны, системы дополнительного наддува баков;

- должно быть предусмотрено применение в ДУ систем пожаровзрывопредупреждения (СПВП) и систем аварийной защиты (САЗ), состоящих из датчиков, сравнивающих устройств и исполнительных органов, осуществляющих контроль определенных параметров двигателя и ДУ и прекращение испытания при их отклонениях от заданных величин, с коэффициентом охвата аварийных ситуаций до 0,6.

Требования к системам стенда:

- обеспечение контроля опасных концентраций водорода и кислорода в отсеках стенда и ДУ;

- обеспечение воспламенения и дожигания выбросов водорода из сопла двигателя;

- обеспечение отвода дренажей водорода на стендовый дожигатель;

- блоки информационно-управляющих систем (ИУС) должны быть в искрозащищенном исполнении;

- обеспечение подачи азота и воды в отсеки и огневой бокс стенда при аварийных ситуациях;

- обеспечение максимального раскрытия проемов в стенах и крыше стенда;

- обеспечение контроля параметров и парирования нештатных ситуаций (НШС).

Требования к организации испытаний:

- обеспечение дистанционного проведения заправочных операций;

- обеспечение укрытия персонала, участвующего в проведении испытания, в бункере;

- обеспечение полного удаления людей из опасной зоны в радиусе $R_{без}$;

- обеспечение готовности служб пожарной охраны к спасательным работам по ликвидации последствий аварийных ситуаций;

- принятие мер по ограничению продолжительности первого испытания и количества заправляемого в бак ДУ водорода, которое определяется исходя из расположения испытательного стенда (расстояния до жилой зоны) и размерности испытуемого двигателя [52].

Для испытательных стендов I категории (испытания ДУ ракет-носителей и разгонных блоков) коэффициент участия водорода во взрыве z в большинстве случаев может быть принят, равным 0,1 с **обоснованием и внедрением дополнительного комплекса мер обеспечения безопасности** для парирования нештатных ситуаций, предусматривающих [52]:

- сохранение иерархического принципа построения программ испытаний с постепенным их усложнением (агрегаты и системы ДУ должны быть испытаны автономно на натурных компонентах; огневым испытаниям должны предшествовать “холодные” испытания ДУ для проверки совместного функционирования систем; двигатель до начала испытаний в составе ДУ должен иметь коэффициент надежности не ниже 0,98, подтвержденный при автономных испытаниях; постепенное увеличение количества заправляемых компонентов в топливные баки ДУ и продолжительности испытания);

- внедрение датчиков контроля утечек водорода с малой инерционностью (не более 1 - 2 с);

- внедрение диагностических методов контроля технического состояния двигателя после испытания для оценки остаточного ресурса его систем;

- оснащение САЗ двигателя высокочувствительными первичными преобразователями (датчиками) и средствами, основанными на оптико-волоконной или другой технике и обеспечивающими контроль наиболее напряженных параметров криогенного двигателя, например, износа беговых дорожек узлов качения (подшипников) ТНА, температуры лопаток турбины и др.;

- оснащение САЗ двигателя каналами контроля виброперегрузок в наиболее теплонапряженных системах ДУ (ТНА и камера сгорания);

- применение активных средств флегматизации взрывоопасных смесей водорода с воздухом в отсеках ДУ и стенда с добавками в газообразный азот ингибиторов – олефиновых соединений, в частности пропилена для предотвращения детонации взрывоопасных смесей и др.

Коэффициент охвата аварийных ситуаций, характеризующий способность современных САЗ обеспечивать выключение ЖРД до момента, когда двигатель начнет разрушаться, должен быть равным не менее 0,8, т. е. система должна парировать более 80 % потенциально возможных отказов в процессе проведения испытания [52].

Для испытательных стендов II, III, и IV категорий испытаний ЖРД и их агрегатов, выполненных с частично открываемыми ограждениями бокса при проведении испытаний принимается z, равным в пределах от 0,2 до 0,3.

От стендов II, Ш и IV категорий до других стендов этих же категорий или до зданий испытательного комплекса, выполненных из железобетона,

$$R_{без} = 2{,}5\sqrt{P \cdot a}, \qquad (Б.5)$$

до зданий обычного типа

$$R_{без} = 5\sqrt{P \cdot a}, \qquad (Б.6)$$

где $R_{без}$ - минимальное безопасное расстояние, м;

P - масса двухсекундного расхода водорода, кг;

a - равно 10,4, если испытание проводится с водородом;

a - равно 13,3, если испытание проводится совместно с кислородом и водородом.

Примечание - При расчете по формулам (Б5, Б.6) для окружающих зданий обеспечивается 3-я степень безопасности. При необходимости обеспечить более высокую степень безопасности от стенда до окружающих объектов следует руководствоваться формулами А.4 –А7 и таблицей А.1 Тротиловый эквивалент в этом случае будет равен $P \cdot a$.

От огневых стендов II, III, и IV категории, выполненных в закрытых железобетонных боксах с вышибными поверхностями, до других стендов этой же категории или до зданий испытательного комплекса, выполненных из железобетона,

$$R_{без} = 1{,}5\sqrt{P \cdot a}, \qquad (Б.7)$$

до зданий обычного типа

$$R_{без} = 3{,}0\sqrt{P \cdot a}, \qquad (Б.8)$$

Приложение В
(рекомендуемое)

Требования к конструкционным материалам

В.1 Конструкционные металлические материалы, рекомендуемые при изготовлении оборудования для жидкого водорода, должны удовлетворять следующим требованиям:

- сохранять пластичность и обладать высокой ударной вязкостью при рабочих температурах;

- выдерживать многократные резкие изменения температуры без существенного снижения прочности и пластичности;

- обладать по возможности небольшим относительным тепловым расширением и небольшой теплопроводностью;

- не иметь водородной хрупкости при рабочих температурах.

В.2 Работа удара (KV) основного металла и сварных соединений при температуре испытаний минус 196 ^{0}С должна быть не менее 27 Дж.

В.3 Наиболее предпочтительными материалами для изготовления криогенного оборудования являются аустенитные нержавеющие стали и алюминиевые сплавы.

В.4 Медь и медные сплавы, применяющиеся для изделий, работающих в среде жидкого водорода, должны быть предварительно хорошо раскислены.

В.5 Углеродистые стали и другие материалы, имеющие низкую ударную вязкость, запрещается применять для изготовления изделий и крепёжных деталей, работающих при температуре жидкого водорода.

В.6 При изготовлении резервуаров для жидкого водорода рекомендуется применять следующие конструкционные металлы и сплавы:

- для внутреннего сосуда - аустенитные стали (03Х20Н16АГ6, 12Х18Н10Т, 03Х18Н11 и др.), алюминиевые (АМг5 и др.) и титановые сплавы;

- для внешнего сосуда (кожуха) - углеродистые и низколегированные стали (Ст 20, 09Г2С, 10Г2 и др.), алюминиевые сплавы (АМцС, АМг5 и др.);

- для изоляционных экранов - алюминий, медь.

В.7 Технологические трубопроводы для жидкого водорода (внутренние и внешние трубы) могут изготавливаться из аустенитных сталей и сплавов (12Х18Н10Т, 36НХ, 39Н и др.), алюминиевых сплавов (АД1, АМг3, АМг6 и др.).

В.8 Фланцы, крепежные и другие детали трубопроводов и изделий для жидкого водорода могут изготавливаться из стали 12Х18Н10Т, 07Х21Г7АН5, 08Х15Н24В4ТР, а также из латуни и алюминиевых сплавов.

В.9 Материалами для деталей трубопроводов, таких как мембраны, прокладки, пробки, детали тепловых мостов и т.д., могут служить алюминиевые сплавы АМг6, АМц, медь М2, М3, сталь 12Х18Н10Т.

В.10 Арматура для жидкого водорода может быть изготовлена из бронзы БрБ2, БрАЖМц10-3-1,5, алюминиевых сплавов АМг6, АВ, АК6, АД1, латуни Л63, ЛЖМц 59-1-1, стали 10Х11Н23Т3МР, 12Х18Н10Т, 03Х20Н16АГ6.

В.11 Материалы для прокладок:

- для газообразного водорода - неметаллические Ф-4, Ф4К20, фибра, ФПК, паронит 56 (ТУ 38 11461) и металлы АД1, медь.

- для жидкого водорода - неметаллические Ф-4, фибра, АМН-23, АГ-4В, Ф4К20 и металлические конические, выполненные по ГОСТ 19755.

В.12 В качестве смазок для арматуры жидкого и газообразного водорода применяются графит, ЦИАТИМ-221, КРИОГЕЛЬ.

В.13 Кроме металлических материалов, при изготовлении резервуаров, трубопроводов и других изделий для жидкого водорода могут применяться неметаллические материалы:

- стеклопластики на основе эпоксидных, фенольных, полиэфирных, кремнийорганических смол и их модификаций (СТЭФ; СКТФ-5КТ; 27-63С, Г-4С и др.) для деталей тепловых мостов, нагруженных тепловых опор и других деталей;

- материалы на основе фторопласта-4 для узлов трения, запорных узлов в качестве прокладочных материалов;

- клей на основе эпоксидных, полиуретановых, фенолформальдегидных смол и их модификаций (эпоксидный клей ЭПРБ, БФ-2, БФ-4) для приклеивания датчиков, арматуры управления, склеивания металлических и неметаллических конструкционных деталей, элементов изоляции и т.д.;

- поликарбонат ПК-ЛЭТ-7.0.

Приложение Г
(обязательное)

Газгольдеры низкого давления и переменного объема

Г.1 Общие требования

Г.1.1 Проектирование, устройство и безопасная эксплуатация газгольдеров переменного объема низкого давления осуществляется согласно [53] для:

- мокрых и сухих газгольдеров специального типа с внутренним давлением до 3,9 кПа (до 400 мм вод. ст.);

- предназначенных для неагрессивных по отношению к стали газов (в том числе для газообразного водорода);

- предназначенных для строительства в районах с сейсмичностью до 7 баллов.

Изготовление, монтаж и испытание стальных конструкций мокрых газгольдеров должны осуществляться в соответствии с требованиями строительных норм и правил, утвержденных в установленном порядке СА 03-003-07.

Г.1.2 Проектируются газгольдеры следующих типов:

- мокрые с внутренним давлением от 2,0 до 3,9 кПа (от 201до 400 мм вод.ст.) и резервуаром для воды с использованием специального масла, которое образует верхний нерастворимый слой как в залитом водой резервуаре, так и в гидравлических затворах, либо им полностью заменяется вода в резервуарах и затворах.

Мокрые газгольдеры следует различать по конструкции внешних направляющих: вертикальные или винтовые;

- мокрые газгольдеры вертикальные или винтовые, в зависимости от конструкции внешних направляющих;

- сухие газгольдеры специального типа с гибкой соединительной секцией из прорезиненной ткани между корпусом и план-шайбой, заменяющей затвор, при этом, вводится специальная система из стальных канатов и роликов, исключающая перекосы план-шайбы.

Г.1.3 Устанавливаются следующие номинальные нормальные ряды емкостей и величина внутреннего давления газа для отдельных типов и конструктивных решений газгольдеров низкого давления:

- мокрые газгольдеры с вертикальными направляющими емкостью 100, 300, 600, 1000, 3000, 6000, 10000, 15000, 20000, 30000 $м^3$ и внутренним давлением от 2,0 до 3,9 кПа (от 201 до 400 мм вод. ст.);

- мокрые газгольдеры с винтовыми направляющими емкостью 1000, 3000, 6000, 10000, 15000, 20000 и 30000 $м^3$ и внутренним давлением от 2,0 до 3,9 кПа (от 201 до 400 мм вод. ст.);

- сухие газгольдеры обычного типа с внутренним давлением до 3,9 кПа (до 400 мм вод. ст.) емкостью 10000, 20000, 30000, 50000 м^3, специального типа - емкостью 100, 300, 600, 1000, 1500, 2500, 5000 и 10000 м^3.

Г.1.4 Применение того или иного типа газгольдера низкого давления определяется технологическим проектом.

В пределах заданного типа в зависимости от условий строительства следует выбирать наиболее экономичное конструктивное решение.

Г.1.5 По согласованию с технологами рекомендуется заменять мокрые газгольдеры сухими специального типа как более экономичными, упрощающими подготовку основания и обеспечивающими более надежное и безопасное хранение газов без обводнения и загрязнения.

Г.1.6 Настоящие нормы предусматривают сооружение мокрых газгольдеров на местности под открытым небом без утепляющей стенки или со стенкой.

Г.1.7 Изготовление, монтаж и приёмка стальных конструкций газгольдера должны производиться в соответствии с правилами [53].

Г.1.8 Технологические требования по сухим газгольдерам аналогичны требованиям по мокрым, за исключением ввода воды, подогрева ее в резервуаре, гидрозатворах и утепления стенки.

В частности аналогичны требования для приямка (без запорной арматуры трубопроводов для воды, без узла управления системой отопления) по отоплению и вентиляции его, по числу и расположению газовводов и устройству свечи для сброса газа.

Указание объёма, сигнализация и устройство электрооборудования и освещения сухих газгольдеров аналогичны мокрым газгольдерам, кроме аппаратуры по сигнализации изменения температуры воды в резервуаре.

Г.2 Газовый ввод

Г.2.1. Подключение мокрого газгольдера к производственным газопроводам производится посредством газового ввода в газгольдер, который по категории помещений по взрывоопасной и пожарной опасности относится к категории А.

Ввод газопровода в газгольдер осуществляется через утепленное помещение - камеру ввода, в которой должно быть сосредоточено все оборудование, связанное с обслуживанием газгольдера:

- гидрозатвор, предназначенный для отключения газгольдера;
- запорная арматура на напорных и сливных трубопроводах воды;
- узел управления системой отопления газгольдера;
- клапанная коробка автоматического сброса газа из газгольдера в атмосферу;

- задвижка с ручным управлением для сброса избытков газа в атмосферу;

- эжектор (пароструйный насос) и ручной поршневой насос для откачки воды из приямка и сливного бака.

Камера газового ввода оборудуется отоплением и вентиляцией.

Категория по пожарной опасности помещения камеры ввода соответствует пожарной опасности газов, находящихся в газгольдере.

Строительные конструкции камеры ввода должны соответствовать II степени огнестойкости.

Г.2.2 Подключение мокрых газгольдеров к производственным газопроводам может производиться одним газопроводом на "тупик" или двумя на "проход".

Схема на проход газа через газгольдер применяется:

- для обеспечения постоянного давления газа на входе в цех, потребляющий газ, при неравномерной подаче газа из корпуса, вырабатывающего газ в межцеховой газопровод;

- при смешении газа для постоянства состава перед потребителем газа;

- при использовании тепла газа для отопления газгольдера.

Газовые вводы в газгольдеры емкостью до 10000 $м^3$ при подключении на "проход" размещаются в одной камере, а емкостью более 10000 $м^3$ - в двух отдельных камерах. Соответственно числу газовводов на крыше колокола устанавливаются несколько отсекающих колпаков с перепускными трубами.

Г.2.3 Для отключения газгольдеров от внешних газопроводов на подводящих газопроводах должны устанавливаться задвижки, расположенные вблизи газгольдера.

Г.2.4 Для продувки газгольдеров инертным газом в месте установки отключающей задвижки должен быть предусмотрен узел управления продувки газгольдеров.

Г.2.5 Для заливки и пополнения резервуара водой к каждому газгольдеру должен быть подведен промышленный водопровод, расположенный в камере газового ввода, в которой находится запорная арматура.

Для слива воды из резервуара, в случаях ремонта газгольдера, в днище резервуара предусматривается штуцер с задвижкой, который подключается к канализации.

Для сброса из резервуара мокрого газгольдера излишка воды (от атмосферных осадков) предусматривается переливная труба, начинающаяся от переливного кармана на резервуаре и подключенная к канализации без задвижки.

Г.2.6 Газгольдеры снабжаются автоматическим устройством для сброса избытков газа в атмосферу. Труба для сброса газа устанавливается возле газгольдера. Возможна работа газгольдера и без трубы сброса с соответствующей блокировкой прекращения подачи газа в газгольдер при высшем положении колокола газгольдера.

Г.3 Отопление

Г.3.1 Для нормальной эксплуатации мокрых газгольдеров в зимнее время посредством отопления поддерживается минимальная температура плюс 5°С воды в резервуаре и гидравлических затворах у телескопа. Такая же температура поддерживается и в помещении камеры газового ввода, где сосредоточены узлы управления трубопроводов с задвижками.

Для отопления мокрых газгольдеров и камер газового ввода рекомендуется пар. Давление пара в системах отопления находится в зависимости от давления пара, имеющегося на площадке, и не должно превышать рабочего давления, на которое рассчитаны нагревательные приборы.

Г.3.2 Подогрев воды в резервуарах и гидравлических затворах у телескопов осуществляется путем равномерной подачи пара в гидрозатворы посредством кольцевого коллектора и пароводяных элеваторов.

В качестве нагревательных приборов для отопления камеры газового ввода применяются радиаторы с гладкой поверхностью.

Г.3.3 В зависимости от климатических условий мокрые газгольдеры применяются:

- без утепленного резервуара в районах с расчетной зимней температурой для отопления, равной минус 25 °С;

- с утепленным резервуаром в районах с расчетной зимней температурой для отопления ниже минус 25 °С.

Примечание - При соответствующем технико-экономическом обосновании сооружение мокрых газгольдеров с утепленным резервуаром может быть принято и для климатических районов с расчетной зимней температурой для отопления выше минус 25 °С.

Г.3.4 При устройстве двух камер газового ввода в мокром газгольдере подвод пара от заводского паропровода осуществляется в одну камеру основного газового ввода, для отопления второй камеры газового ввода пар отбирается из кольцевого парового коллектора, расположенного на площадке резервуара.

Г.3.5 Расход пара (кг/ч) на отопление газгольдера определяется по следующим формулам:

- для газгольдеров, не имеющих утепляющей стенки резервуара:

однозвенных $D_1=A\cdot d_p\cdot h_p$, (Г.1)

двухзвенных $D_2=B\cdot d_p\cdot h_p$ (Г.2)

где d_p - диаметр резервуара газгольдера, м;

h_p - высота резервуара газгольдера, м;

- для газгольдеров, имеющих утепляющую резервуар кирпичную стенку:

однозвенных $D_3 = 0,34 \cdot D_1$, (Г.3)

двухзвенных $D_4 = 0,45 \cdot D_2$, (Г.4)

А и В - климатические коэффициенты, определяемые по формулам:

$$A = \frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot (t_1 - t_2)}{0,735 \cdot (q - t_1 \cdot C_в)}, \quad (Г.5)$$

$$B = \frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot (t_1 - t_2)}{0,607 \cdot (q - t_1 \cdot C_в)}, \quad (Г.6)$$

где $\pi = 3,14$;

К - общий коэффициент теплопередачи ;

$t_1 = 5°C$ - температура воды в резервуаре;

t_2 - расчетная зимняя температура для отопления;

q - теплосодержание греющего пара, кДж/кг;

$C_в = 4$ кДж/кг·град - теплоемкость воды;

0,735 и 0,607 - отношение потери тепла резервуаром газгольдера к потере тепла всем газгольдером;

Г.4 Вентиляция

Г.4.1 Для вентиляции камер газового ввода мокрых газгольдеров применяется механическая вентиляция с 10-12-кратным часовым обменом воздуха в камере и в приямках.

Кроме механической вентиляции, предусматривается постоянное проветривание помещения камеры с притоком воздуха через фрамуги окон и вытяжкой через шахту с дефлектором на кровле.

Механическая вентиляция предусматривается периодического действия, она включается за 10 мин. до входа обслуживающего персонала и выключается после выхода персонала из камеры газового ввода.

Для газгольдеров с взрывоопасными газами и их смесями центробежные вентиляторы, электродвигатели и шибера выполняются во взрывобезопасном исполнении.

Агрегаты механической вентиляции (центробежный вентилятор на одном валу с электродвигателем) устанавливаются снаружи здания у входа в камеру газового ввода.

Г.5 Указание объёма и производственная сигнализация

Г.5.1 Для наблюдения за степенью наполнения и нормальной работой мокрых газгольдеров предусматривается:

- дистанционное непрерывное указание газового объёма газгольдера;

- ступенчатая сигнализация степени заполнения газгольдера (положение колокола);

- автоматическая защита, обеспечивающая безаварийную работу газгольдера;

- измерение температуры воды в резервуаре газгольдера.

Г.5.2 Дистанционное непрерывное указание степени заполнения газгольдера и ступенчатая сигнализация осуществляются посредством установки датчиков, расположенных в 10 м от стенки газгольдера, из условий взрывобезопасности в соответствии с правилами [6]. Для непрерывной передачи указания объёма газа в газгольдере принята синхронная связь посредством бесконтактных сельсинов датчика и приёмника.

Ступенчатая сигнализация положения колокола газгольдера осуществляется с помощью командоаппарата:

Ступень	Полезный объём газгольдера, %
Минимум	0-10
Предминимум	10-20
Нормально	20-80
Предмаксимум	80-90
Максимум	90-100

Нормальной работой газгольдера считается заполнение его полезного объёма от 20 % до 80 %. Указание объёма переводится по ступеням с помощью командоаппарата и непрерывно - системой синхронной связи с помощью сельсинов.

Г.5.3 В случае выхода из строя одного из датчиков указания объёма контроль ведется по другому. Кроме того, этот датчик может быть использован в качестве датчика импульсов в схемах автоматического управления и блокировки.

Г.5.4 Автоматическая защита достигается путем использования контактов командоаппарата, замыкающихся при максимуме и минимуме объёма газа для аварийного отключения электродвигателей машин, выдающих или забирающих газ из газгольдера.

Г.5.5 Сельсины-приёмники и световые табло ступенчатой сигнализации устанавливаются в цехах, выдающих или принимающих газ.

Количество вторичных приборов (приемников) определяется технологической схемой завода.

Измерение температуры воды в резервуаре газгольдера производится термометром.

Наблюдение за приборами осуществляется по заводской инструкции.

Г.6 Электрооборудование

Г.6.1 Электрооборудование водородных газгольдеров должно иметь исполнение в соответствии с главой 7.3 правил [3].

Г.6.2 Наружные установки водорода - мокрые газгольдеры относятся к взрывоопасному классу.

Г.6.3 Освещение подвального помещения газового ввода осуществляется только переносными светильниками во взрыво- непроницаемом исполнении для соответствующей среды (категории и группы взрывоопасной смеси) или аккумуляторными фонарями в том же исполнении.

Г.6.4 Аварийное освещение может быть осуществлено переносными аккумуляторными фонарями во взрывонепроницаемом исполнении для соответствующей среды.

Г.6.5 Распределительная электроаппаратура, штепсельные соединения, выключатели и другое оборудование должны быть расположены за пределами взрывоопасной зоны, т.е. на расстоянии более 10 м по горизонтали от газгольдеров.

Г.6.6 Вокруг газгольдера на местности должно быть предусмотрено равномерное освещение.

Г.7 Молниезащита

Г.7.1 Молниезащита должна выполняться в соответствии с указаниями [17].

Г.7.2 Молниезащита газгольдера без выхлопных или без газоотводных труб осуществляется надежным заземлением его металлических стенок. Также защищаются выхлопные или газоотводные металлические трубы для невзрывоопасных газов.

Г.7.3 Молниезащита газгольдера с выхлопными или газоотводными трубами для взрывоопасных газов осуществляет молниеотводами, установленными на самом газгольдере. При высоких или отдельно стоящих трубах, например, при свече сброса молниезащита их осуществляется следующим образом:

- при содержании в выбрасываемых газах не более 40% взрывоопасных газов следует устанавливать на верхнем крае выхлопной трубы один молниеприёмник, возвышающийся над трубой на 3 м;

- при содержании в выбрасываемых газах более 40 % взрывоопасных газов следует установить два молниеприемника, возвышающихся над газоотводной трубой на 3 м и отнесенных в противоположные стороны от трубы при помощи траверсы, закрепленной в верхнем конце трубы.

Расстояние от края выхлопной трубы до каждого молниеприемника должно составлять от 2,5 до 3 м.

Г.7.4 Молниеприёмники, предусматриваемые для защиты выхлопных труб, могут быть использованы для защиты рядом находящегося газгольдера или его части.

Г.8 Разрывы

Г.8.1 Расстояние между двумя газгольдерами на местности не должно быть менее двух диаметров резервуара, считая от центра до центра.

Г.8.2 Противопожарные разрывы между мокрыми газгольдерами для горючих газов и газгольдерами с гибкой соединительной секцией и зданиями или сооружениями должны соответствовать требованиям [6].

Г.9 Антикоррозионная защита металлических конструкций

Г.9.1 В зависимости от климатических условий и газа, находящегося в газгольдере, возможны три способа антикоррозионной защиты металлоконструкций:

1 - применение защитной жидкости и частичное покрытие лаком 177 и краской АЛ-177;

2 - покрытие из перхлорвиниловых материалов и свинцового сурика на натуральной олифе;

3 - покрытие из свинцового и железного сурика на натуральной олифе.

Г.9.2 При хранении аргона, азота, водорода, углекислого газа, водяного, воздушного, конвертированного, газогенераторного газов, смеси углеводородного и водяного газов применяются 1, 2, 3 способы.

Г.9.3 При хранении газов гидрирования, метана и других углеводородных газов применяются 1 и 3 способы.

Г.9.4 При хранении аммиака применяются 1, 2 и 3 способы (внутренняя поверхность корпуса и крышки колокола не защищаются).

Г.9.5 При хранении кислорода применяется только 3 способ.

Приложение Д
(рекомендуемое)

Рекомендации по защите от проявлений статического электричества

Д.1 Защита резервуаров хранилищ

Д.1.1 Для защиты от проявления статического электричества резервуары подлежат обязательному заземлению в двух крайних противоположных металлических опорных местах соединения внутреннего сосуда с наружным.

Заземление резервуаров производится методом приварки шин из полосовой стали сечением не менее 48 мм^2 и толщиной не менее 4 мм.

На резервуаре указывается место приварки шин или приваривается кусок шины длиной, удобной для приварки ответной заземляющей шины, имеющей соответствующую окраску и условное обозначение.

Д.1.2 Криогенный продукт следует загружать в резервуар вблизи дна.

Д.1.3 Отбор проб продукта из резервуаров во время их заполнения (слива) запрещается.

Отбор проб допускается производить не раньше, чем через 2 ч после прекращения движения продукта.

Д.2 Защита трубопроводов

Д.2.1 Для защиты от проявлений статического электричества подлежат обязательному заземлению все газовые и жидкостные трубопроводы, расположенные как внутри помещений, так и вне их.

Д.2.2 Приварка бобышек или припайка (приварка) полос заземления на трубопроводах с вакуумной изоляцией производится в местах контакта металлических тепловых мостов внутренней трубы с наружной (с соответствующей окраской и условным обозначением), но не более чем через каждые 100 м и на концах трубопроводов.

Д.2.3 Приварка бобышек или припайка (приварка) полос заземления на газовых или жидкостных невакуумных трубопроводах производится:

- при сварной сплошной прямолинейной трубе через каждые 100 м и на концах трубопроводов;

- при сварной сплошной непрямолинейной трубе в начале и конце трубы и в местах крутых изгибов, но не более, чем через каждые 100 м.

Д.2.4 Между параллельными трубопроводами, находящимися на расстоянии свыше 100 мм, электрические перемычки необходимо выполнять через 100 м.

В местах сближения параллельных трубопроводов на расстоянии менее 100 мм перемычки выполнять через каждые 20 м.

Д.2.5 Прокладка трубопроводов и кабелей на расстоянии менее 3 м от контура заземления молниезащиты не допускается.

Д.2.6 В комплект защиты трубопроводов от проявлений статического электричества входят:

- приварные бобышки или пластины;
- заземляющая шина с кабельными наконечниками сечением не менее 6 мм^2;
- винты крепления заземляющей шины к бобышке и контуру заземления;
- шайбы под винты.

Д.3 Защита гибких шлангов

Д.3.1 Для защиты от проявлений статического электричества подлежат обязательному заземлению все гибкие сливо-наливные шланги.

Подсоединение к контуру заземления производится в начале и конце шлангов.

Д.3.2 В комплект защиты гибких шлангов от проявлений статического электричества входят:

- приварные бобышки или пластины;
- заземляющая шина с кабельными наконечниками сечением не менее 6 мм^2;
- винты крепления заземляющей шины к бобышке и контуру заземления;
- шайбы под винты.

Д.3.3 Все резиновые шланги должны иметь металлические наконечники, обвитые снаружи проволокой, припаянной (приваренной) к наконечникам шланга. К наконечникам шланга следует припаивать (приваривать) бобышку заземления.

Д.4 Защита строительных сооружений от проявлений статического электричества

Д.4.1 Контур заземления должен быть расположен по периметру сооружений на расстоянии 0,5 м от технологического оборудования и всех коммуникаций. Общее сопротивление растеканию не должно быть более 10 Ом.

Д.4.2 Заземлители для защиты от проявлений статического электричества следует устанавливать раздельно от заземлителей прямых ударов молнии. Расстояние в земле между этими заземляющими системами не должно быть менее 3 м.

К контуру заземления должны быть присоединены все санитарно-технические трубопроводы и оборудование.

Д.4.3 На объекте с железобетонной крышей необходимо объединить сваркой сетку арматуры электрически в одно целое и присоединить ее через 10-20 м к заземлителю.

На объекте с металлической крышей соединение токоотводов с заземлителем производить через каждые 10-20 м по периметру.

Д.4.4 На объекте с крышей из непроводящего материала для предупреждения искрообразования от электростатической индукции рекомендуется наложить металлическую сетку со сторонами ячеек 8-10 м и присоединить ее к заземлению.

Д.4.5 Рельсы железнодорожных путей в пределах сливо-наливного фронта должны быть электрически соединены между собой и надежно присоединены к заземляющему контуру. Контур должен быть выведен в заправочные колонки.

Все металлические эстакады должны быть надежно соединены с общим контуром заземления.

Приложение Е
(рекомендуемое)

Особенности и проблемы взрывопожароопасности инфраструктуры обеспечения жидким водородом аэродромных комплексов

Используя единую нормативно-техническую документацию, правовую базу и настоящий свод правил, можно разрабатывать проекты базовых и аэродромных крупнотоннажных хранилищ и средства доставки водорода в любую точку страны.

Необходимо учесть, что на современных аэродромах будут базироваться одновременно как самолёты, использующие традиционное топливо керосин, так и самолёты, использующие в качестве топлива жидкий водород.

Комплекс аэродромного обеспечения криогенной авиации должен рассматриваться как сложная единая система (сжижение, хранение, заправка, техническое обслуживание, как наземного оборудования, так и самолёта и др.) с единым управлением. Завод-ожижитель криогенного топлива целесообразно размещать вблизи аэродромного комплекса хранения. Это позволит существенно удешевить жидкий водород, создать единое управление, единые вспомогательные технические системы и соединить все общие трубопроводные связи.

Безопасность эксплуатации самолёта и НТК обеспечивается комплексом мероприятий, определяемых свойствами жидкого водорода и осуществляемых на стадии проектирования, изготовления оборудования и монтажа систем и его эксплуатации.

НТК должен располагаться на безопасном расстоянии от зданий и сооружений, не входящих в его состав. Оборудование комплекса размещается с учётом обеспечения внутренних безопасных расстояний.

На аэродроме могут располагаться два хранилища – базовое и расходное, или одно – расходное, в зависимости от интенсивности полётов. Необходимо учитывать, что на заправочной площадке будут находиться: самолёт, средства наземного обслуживания общего применения и специальные средства заправки (топливозаправщики или агрегаты централизованной заправки), а также специальные помещения управлением заправки. Заправка самолёта жидким водородом должна осуществляться с заданными параметрами по давлению, температуре и скорости заправки с помощью централизованной системы или передвижных средств, т.е. топливозаправщиками. Криогенный заправочный комплекс предназначен для выполнения приёма и слива из железнодорожных или автомобильных цистерн жидких водорода и азота. В случае расположения завода по производству жидкого водорода недалеко от аэродрома, он может подаваться в хранилище по трубопроводу. Для накопления, хранения, заправки самолетов жидким

водородом комплекс должен быть оборудован всеми необходимыми системами и отвечать требованиям безопасности при проведении работ.

Е.1 Определение и состав аэродромных комплексов накопления, хранения и заправки авиационной техники жидким водородом

В состав аэродромного заправочного комплекса входит площадка наполнения со сливоналивными устройствами, магистральные трубопроводы жидкого и газообразного водорода, узлы стыковки с заправочными и дренажными клапанами, осуществляемыми с помощью поворотных эстакад, позволяющих компенсировать изменение положения самолёта в процессе заправки и неточности его закатки. На площадке размещаются блоки клапанов, пневмозащита и стационарные средства системы пожаротушения и орошения водой, дренажные системы, а также швартовочные устройства.

Е.2 Требования к размещению аэродромных заправочных комплексов

Базовое хранилище должно располагаться на безопасном расстоянии от сооружений аэродрома и соединяться трубопроводом с расходным хранилищем, которое располагается на безопасном расстоянии от заправочной площадки. Расходное хранилище связано с заправочной площадкой трубопроводом, подающим жидкий водород к изделию, а также трубопроводами слива, утилизации или сброса паров.

Основное водородное оборудование заправочного комплекса должно располагаться на открытых площадках. Часть оборудования, обеспечивающая контроль параметров заправки, управление, подачу сжатых газов располагается в закрытом сооружении. Безопасное расстояние от самолёта до хранилища жидкого водорода и другого оборудования и сооружений заправочного комплекса определяется, исходя из параметров воздушной ударной волны, взрыва или пожара на хранилище и стойкости оборудования и сооружений к воздействию ударной волны. Тротиловый эквивалент взрыва заправляемого объекта определяется по отраслевой методике. Параметры воздушной ударной волны определяются по методике, изложенной в А.1.6.

Технологические сооружения аэродромных заправочных комплексов жидкого водорода должны быть оборудованы:

- системами, обеспечивающими безопасную технологию заправки самолета дистанционно из командного пункта управления (контроль за заправкой осуществлять с помощью специальных приборов и оборудования);

- системой водяной защиты резервуаров и заправочной площадки;

- системами телевизионного наблюдения и освещения, связи, молниезащиты и защиты от статического электричества;

- системой энергоснабжения от двух независимых источников;

- средствами контроля утечек водорода с автоматическими сигнализаторами.

В производственных и испытательных помещениях, в местах возможного выделения водорода должны устанавливаться автоматические сигнализаторы с датчиками газового контроля кислорода и водорода, с системой светового и звукового оповещения, системой аварийной вентиляции и системой пожаровзрывопредупреждения, обеспечивающей в нештатной ситуации заполнение помещения инертным газом (азотом) или огнетушащим газовым составом. Сигнализаторы должны срабатывать при достижении концентрации водорода в воздухе не более 0,4 % по объему (10 % от НКПР). Аварийная вентиляция должна включаться по сигналу от системы газового контроля при концентрации 1 % об. (2 5 % от НКПР), а при достижении концентрации водорода 2 % об. (50 % от НКПР)- выключается вентиляция и включается система пожаровзрывопредупреждения. Решение об оснащении помещений системами пожаровзрывопредупреждения принимает проектная организация.

Е.3 Требования к системам и оборудованию аэродромных заправочных комплексов

Управление аэродромным заправочным комплексом на всех этапах работы – дистанционное из специального защищённого помещения, расположенного в районе заправки самолёта. При заполнении хранилища и хранении жидкого водорода допускается управление системой в ручном режиме с местного пульта управления, расположенного в защищённом сооружении в районе хранилища.

На аэродромных заправочных комплексах газосброс водорода из самолёта и других объектов, а также наземного оборудования производится с дожиганием. Газосбросные устройства с дожиганием должны быть оборудованы дистанционно-управляемыми поджигающими устройствами, создающими дежурный факел и датчиками температуры для контроля наличия пламени дежурного факела.

Для отвода статического электричества, накапливающегося на людях во время обслуживания самолёта, необходимо доработать стремянки и пассажирский трап в соответствии с Правилами (8.1.6), [16] и приложением Д.

Расстояние от электрических кабелей до трубопроводов в горизонтальной плоскости должно быть не менее 0,5 м. Прокладка кабелей под трубопроводами не допускается. В районе заправочных комплексов не должны находиться высоковольтные линии электропередач.

Опыт применения криогенных топлив на самолёте Ту-155 показал значительное увеличение взаимосвязи элементов самолёта, зависящих от свойств топлива, с наземным заправочным комплексом в случае возникновения аварийных ситуаций на борту самолёта или на наземном заправочном комплексе. Необходимо совместно и согласованно решать эту проблему. Необходимо учитывать, что отдельные системы или контрольно-измерительные средства, находящиеся на борту или на земле могут взять на себя функции дублирующих систем. Это позволит существенно повысить безопасность обслуживания самолёта и снизить затраты на создание специальных средств по предупреждению и ликвидации возможных аварий.

Состав и назначение НТК предназначены для выполнения на самолёте оперативных и периодических форм технического обслуживания.

В состав НТК должны входить:

- комплекс наземного оборудования базового аэродрома;
- комплекс наземного оборудования запасного аэродрома.

Комплекс наземного оборудования базового аэродрома обеспечивает выполнение в полном объёме технического обслуживания самолёта, предусмотренного регламентом.

Предварительная подготовка выполняется на заправочной площадке базового аэродрома в соответствии с регламентом обслуживания самолёта и включает в себя заправку жидким водородом, отстыковку от криогенного заправочного комплекса или заправщиков. термостатирование криогенной топливной системы и запуск двигателя.

Комплекс наземного оборудования запасного аэродрома обеспечивает выполнение работ по встрече и послеполётную подготовку.

В состав комплекса средств наземного оборудования входит то же штатное оборудование, что и на базовом аэродроме.

Для послеполётного обслуживания на запасном аэродроме сооружается специальная площадка, оборудованная сливными, заправочными и дренажными трубопроводами для жидкого водорода.

Библиография

[1] Справочник, М., «Пожнаука», 2004 — Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средств их тушения

[2] Справочник. М., «Химия», 1989 — Водород. Свойства, получение, хранение, транспортирование, применение

[3] Правила устройства электроустановок ПУЭ (Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204)

[4] Руководящий документ — Водород жидкий. Определение

[15] Руководящий материал РМ 4-223-89 — Системы автоматизации технологических процессов. Требования к выполнению электроустановок систем автоматизации во взрывоопасных зонах

РД 2082-33-2003 — содержания примесей (ОАО «Криогенмаш»)

[5] Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. Утверждены Приказом технадзора от 11. 03.2013 №96)

[6] Технический регламент таможенного союза ТР ТС-032/2013 — О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением

[7] ТБИС-97 — Правила устройства, безопасной эксплуатации, охраны труда и пожарной безопасности

[8] Строительные нормы и правила СНиП 21-01-97* — Пожарная безопасность зданий и сооружений

[9] Строительные нормы и правила СНиП II-89-80* — Генеральные планы промышленных предприятий (с изменениями и дополнениями)

[10] Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 — Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

[11] Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» Серия 03, Выпуск 67 – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013

[12] Правила безопасности ПБ 03-576-03 — Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением

[13] Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефте-химической и нефте-перерабатывающей промышленности (М.: «Химия», 1973)

[14] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей ПТЭЭП (ПРИКАЗ Минэнерго РФ от 13.01.2003)

[16] Ведомственные строительные нормы ВСН 332-74 — Инструкция по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон

[17] Стандарт организации СО 153-34.21.122-2003 — Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций

[18] Стандарт предприятия — Оборудование криогенное. Систе-

СТП 2082-651-2006 — мы транспортирования и хранения жидкого водорода. Общие требования к эксплуатации (ОАО «Криогенмаш»)

[19] Правила безопасности ПБ 03-584-03 — Правила проектирования, изготовления и приемки сосудов и аппаратов стальных сварных

[20] Правила безопасности ПБ 03-582-03 — Правила устройства и безопасной эксплуатации компрессорных установок с поршневыми компрессорами, работающими на взрывоопасных и вредных газах

[21] Местные технические условия размещения и крепления среднетоннажных контейнеров, перевозимых ОАО "РЖД" на универсальных платформах (Распоряжение ОАО "РЖД" от 27 декабря 2005 г. N 2266р)

[22] Инструкция ДЧ 1835 — Инструкция по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железной дороге государств-участников СНГ

[23] Европейское соглашение о международной перевозке опасных грузов ДОПОГ (ООН, Женева, 2011)

[24] Правила безопасности и порядок ликвидации аварийных ситуаций с опасными грузами при перевозке их железными дорогами. Утверждены Указанием МПС РФ №329у от 05.08.1998

[25] Технические условия размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах № ЦМ-943. Утверждены МПС России 27.05.2003

[26] Правила размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах. Приложение 14 к СМГС. Часть 1. Правила размещения и крепления грузов в вагонах и контейнерах при перевозках их по железным дорогам колеи 1520 мм стран участниц СМГС

[27] Стандарт предприятия СТП 2082-658-2008 — Оборудование криогенное. Арматура трубопроводная .Общие технические условия (ОАО «Криогенмаш»)

[28] Правила безопасности ПБ 03-598-03 — Правила безопасности при производстве водорода методом электролиза воды

[29] Научные работы институтов охраны труда (Сборник, выпуск 100)

[30] Руководства по безопасности факельных систем (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 779 от 26 декабря 2012)

[31] Строительные нормы СН 181-70 — Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий

[32] Строительные нормы и правила СНиП 3.05.05-84 — Технологическое оборудование и технологические трубопроводы

[33] Ведомственные строительные нормы ВСН 407-79 — Инструкция по монтажу аппаратов высокого давления

[34] Ведомственные строительные нормы ВСН 193-81 — Инструкция по разработке проектов производства работ по монтажу строительных конструкций

[35] Правила безопасности ПБ 03-273-99 — Правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства

[36] Стандарт предприятия СТП 2082-594-2004 — Оборудование криогенное. Методы обезжиривания (ОАО «Криогенмаш»)

[37] Ведомственные строительные нормы ВСН 362-87 — Изготовление, монтаж и испытание технологических трубопроводов на P_y до 10 МПа

[38] Правила безопасности ПБ 11-544-03 — Правила безопасности при производстве и потреблении продуктов разделения воздуха

[39] Стандарт предприятия СТП 2082-630-2007 — Испытание оборудования. Виды, методы, порядок проведения» (ОАО «Криогенмаш»)

[40] Правила противопожарного режима в Российской Федерации (Утверждено постановлением Правительства РФ от 17.02.2014, №113)

[41] Руководящий документ РД 09-536-03 — Методические указания о порядке разработки плана локализации и ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) на химико-технологических объектах

[42] Руководящий документ РД 09-364-00 — Типовая инструкция по организации безопасного проведения огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах

[43] Типовая инструкция по организации безопасного проведения газоопасных работ (Утверждена Госгортехнадзором СССР, 20.02.1985)

[44] Устав аварийно-спасательных формирований по организации и ведению газоспасательных работ (Утвержден Министерством экономики Российской Федерации, 28 июля 2000 года)

[45] Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения этих осмотров (обследований) (Приказ Министерства здраво охранения и социального развития Российской Федерации от 16.08.2004)

[46] Инструкция о порядке выдачи, хранения и пользования спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями (Постановление Госкомтруда СССР, ВЦСПС от 24.05.83 N 100/П-9)

[47] Правила безопасности при производстве, хранении и работе с водородом (ОАО «Криогенмаш», 1974)

[48] Некоторые вопросы безопасности при хранении водорода и работе с ним (М.: Цинтихимнефтемаш, №5, 1971)

[49] Правила безопасности ПБ 13-407-01 — Единые правила безопасности при взрывных работах

[50] Правила безопасности ПБ 12-609-03 — Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы

[51] Техническое решение по оценке мощности взрыва при возможных авариях крупных ракет, заправленных топливом жидкий водород + жидкий кислород (Институт химический физики (ИХФ), № 4052, 1975)

[52] Испытательные комплексы и экспериментальная отработка жидкостных ракетных двигателей / Галеев А.Г., Денисов К.П., Сайдов Г.Г. и др. Под ред. Н.Ф. Моисеева. М.: Машиностроение. 2012, 368 с.

[53] Строительные нормы и правила СНиП III-В. 5-62* — Металлические конструкции. Правила изготовления, монтажа и приёмки

УДК 621.59 ОКС 13.110; 71.100.20 ОКП 36 4200

Ключевые слова: жидкий водород, установка ожижения, система хранения, стационарный резервуар, транспортная цистерна, криогенное технологическое оборудование, пролив жидкого водорода, газосброс, средства защиты, взрывобезопасность, пожаробезопасность.

Руководитель организации-разработчика
ФКП «НИЦ РКП»
Генеральный директор _____ Г.Г. Сайдов
Руководитель
разработки Главный специалист _____ Н.А. Афанасьев
Исполнитель Гл. науч. сотрудник _____ А.Г. Галеев
Исполнитель Начальник комплекса _____ Б.В. Гавриков

СОИСПОЛНИТЕЛИ

Руководитель организации–соисполнителя
ОАО «Криогенмаш»
Генеральный директор _____ М.В. Исполов
Руководитель
разработки Главный специалист _____ А.М. Домашенко
Исполнитель Ст. науч. сотрудник _____ Г.Г. Шевяков
Исполнитель Главный специалист _____ Ю.В. Ластовский
Исполнитель Главный специалист _____ А.Г. Лапшин
Исполнитель Главный специалист _____ В.Н. Криштал
Исполнитель Вед. науч.сотрудник _____ А.С. Розовский
Исполнитель Ведущий инженер _____ Н.И. Савельева

Руководитель организации–соисполнителя
«Центра промышленной безопасности охраны труда
и обеспечения КРТ ФГУП «ЦЭНКИ»
Начальник Центра _____ В.И. Кузнецов
Руководитель
разработки Начальник Центра _____ В.И. Кузнецов
Исполнитель Начальник инжинирингого
– контрукторского отделения _____ В.П. Макаренко

Руководитель организации–соисполнителя
ОАО «ИПРОМАШПРОМ»
Главный инженер _____ А.Ю. Кузнецов
Руководитель
разработки Гл. инженер проекта _____ Ю.Л. Холопов
Исполнитель Гл. специалист ОТС _____ В.В. Поляков
Исполнитель Гл. специалист ОТС _____ Л.М. Белкина

Руководитель организации–соисполнителя
ФГУП «РНЦ «Прикладная химия»
Первый заместитель генерального
директора по науке и производству _____ Н.Г. Зубрицкая
Руководители
разработки Нач. лаборатории _____ Н.С. Прохоров
Зам.ген.директора по проектным работам
и инновационным технологиям – директор
проектного института _____ В.В. Роденко
Исполнитель Ведущий инженер _____ В.Н. Колпакова
Исполнитель Главный специалист _____ И.Ю. Морошкина

Руководитель организации–соисполнителя
филиал ФГУП «ЦЭНКИ» - НИИСК
Директор филиала
ФГУП «ЦЭНКИ» - НИИСК _____ Р.Д. Мухамеджанов
Руководитель
разработки Главный специалист _____ И.Д. Кунис
Исполнитель Инжен ер-конструктор _____ Т.К. Соболева

Руководитель организации–соисполнителя
ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ
Начальник ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ _____ В.И. Климкин
Руководитель
разработки Гл.науч. сотрудник _____ В.И. Макеев
Исполнитель Гл.науч. сотрудник _____ И.А. Болодьян
Исполнитель Вед.науч. сотрудник _____ В.П. Некрасов
Исполнитель Вед.науч. сотрудник _____ А.П. Чугуев

Руководитель организации–соисполнителя
ОИВТ РАН

Директор		_____	В.Е. Фортов
Руководитель разработки	Вед.науч. сотрудник	_____	В.А. Петухов
Исполнитель	Научный сотрудник	_____	Л.Д. Гуткин

Руководитель организации–соисполнителя
Испытательного комплекса ОАО КБХА

Директор		_____	В.И. Пригожин
Руководитель разработки	Главный конструктор стендовых систем	_____	А.Ю. Матюхин
Исполнитель	Ведущий конструктор	_____	Ю.Л. Колбасюк
Исполнитель	Ведущий конструктор направления	_____	А.Р. Савич
Исполнитель	Зам. гл. инженера ИК по реконструкциям и тех. перевооружению	_____	Л.Д. Круцких

Руководитель организации–соисполнителя
ГНЦ – ФГУП "ЦЕНТР имени М.В.КЕЛДЫША"

Генеральный директор		_____	А.С. Коротеев
Руководитель разработки	Главный специалист	_____	В.А. Смоляров
Исполнитель	Зам. нач. комплекса	_____	М.И. Сафронов

Руководитель организации–соисполнителя
ЦКБ ОАО «ТУПОЛЕВ»

Зам. Генерального конструктора		_____	В.И. Солозобов
Руководитель разработки	Зам. гл. конструктора	_____	В.Д. Борисов

gost.e-ecolog.ru