

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

Департамент магистратуры

(наименование)

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Усовершенствование системы обеспечения пожарной безопасности зданий насосных станций по перекачке нефти, линейной производственно-диспетчерской станции "Уват", АО «Транснефть - Сибирь», путем внесения изменений в конструктивные элементы и системы обеспечения пожарной безопасности здания

Студент

В.В. Созонов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный
руководитель

д.п.н, профессор Н.П. Бахарев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент В.В. Петрова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	11
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	14
1 Анализ пожарной опасности и противопожарной защиты объектов транспортировки нефти	15
1.1 Характеристика предприятия ПАО «Транснефть».....	15
1.2 Характеристика линейных производственно-диспетчерских станций.....	17
1.3 Характеристика линейной производственно-диспетчерской станции «Уват».....	20
1.4 Описание технологического процесса перекачки нефти.....	23
1.5 Способы обеспечения пожарной безопасности объектов транспорта нефти.....	24
1.6 Взрывозащита производственных объектов.....	26
1.7 Классификация помещений по взрывопожарной опасности.....	28
1.8 Обеспечение взрывозащиты помещений категории А и Б путем использования наружных легкобрасываемых ограждающих конструкций	30
2 Исследование и анализ конструктивных элементов здания НПС-3. Определение способов совершенствования системы противопожарной защиты.....	35
2.1 Описание объекта защиты.....	35
2.2 Проведение исследований основных параметров проемов в ограждающих конструкциях и имеющегося остекления.....	38
2.3 Определение требуемой площади проемов для установки легкобрасываемых ограждающих конструкций.....	43
2.4 Разработка проекта технического решения, направленного на защиту насосного зала НПС-3 при внутреннем дефлаграционном взрыве.....	48

3 Оценка эффективности применения легкобрасываемых конструкций на базе оконных блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами, с разрушающимися узлами крепления.....	52
3.1 Факторы, влияющие на определение максимального давления дефлаграционного взрыва.....	52
3.2 Расчет требуемой площади проемов и определение мест установки легкобрасываемых конструкций.....	55
3.3 Определение соответствия оконной конструкции требованиям нормативных документов.....	57
3.4 Определение безотказности срабатывания предохранительных запорных устройств.....	58
3.5 определение требуемых параметров легкобрасываемых конструкций, для защиты помещения насосного зала НПС-3 ЛПДС «Уват».....	62
3.6 Расчет характеристик разрушаемых элементов узлов крепления	66
3.7 Характеристики разрушаемых узлов крепления по условиям окружающей среды.....	70
3.8 Характеристики устройства тросового страховочного.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	76
Приложение А Схема легкобрасываемой конструкции на базе блока оконного из алюминиевого сплава.....	81
Приложение Б Перечень оборудования и средств измерения, используемого в ходе проведения испытаний. Результаты испытаний.....	82
Приложение В Акт проведения испытания узла крепления	84
Приложение Г Схема разрушающегося узла крепления.....	86
Приложение Д Схема устройства тросового страховочного	87
Приложение Е Протокол испытаний устройства тросового страховочного.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и научная значимость настоящего исследования. На сегодняшний день нефтегазодобывающая отрасль является одной из важнейших отраслей обеспечивающих жителей нашей страны не только топливно-энергетическими ресурсами и рабочими местами, но и прибылью от экспорта нефти в зарубежные страны. Экономическая эффективность транспорта нефти выступает одним из главных критериев при оценке функционирования трубопроводных систем. Аварии, отказы на магистральных трубопроводах нарушают нормальную работу промыслов, нефтеперекачивающих станций, нефтеперерабатывающих заводов, что влечет за собой огромные экономические потери.

Особую опасность представляют аварии, сопровождающиеся пожарами и взрывами. В условиях всё нарастающего развития нефтегазовых комплексов, масштабы данных происшествий увеличиваются. Данный фактор влечет за собой как материальные потери, так и человеческие жертвы. Концентрация взрывопожароопасных веществ и сложность технологических процессов обуславливает повышенную пожарную опасность для линейно-производственных диспетчерских станций, аварии на которых причиняют экономический ущерб нарушением нормального процесса перекачки нефти вплоть до полной остановки линии, а также способны вызвать человеческие жертвы ввиду непосредственной близости мест возможного возгорания (взрыва) и рабочих мест работников.

Задачей каждой нефтетранспортной компании является исключение возможности образования пожара и (или) взрыва, а в случае реализации аварии максимально эффективное ее устранение и ликвидация последствий в наиболее короткие сроки. Помимо комплекса организационно-технических мероприятий, особое внимание следует уделить соответствию зданий нефтеперекачивающих станций действующим требованиям пожарной безопасности.

Актуальность темы продиктована тем, что в 60-70 годы прошлого столетия в связи с вводом в эксплуатацию новых нефтяных месторождений осуществлялось активное строительство магистральных нефтепроводов, нефтеперекачивающих станций и иных объектов для обеспечения транспортировки нефти. Большая часть нефтеперекачивающих станций построена и введена в эксплуатацию в семидесятых годах прошлого столетия. Вместе с тем первые требования, касающиеся необходимости защиты взрывоопасных производственных объектов путем установки легкобрасываемых ограждающих конструкций появились только в 1981 году. Большая часть построенных в те годы объектов эксплуатируется и сегодня. В процессе эксплуатации в ряде зданий НПС проведены реконструкции и капитальные ремонты, но проведенные работы в большинстве случаев касались только вопросов модернизации и повышения надежности основного оборудования, изменения в конструктивные элементы зданий, как правило, не вносились. Кроме того, процесс проведения полной реконструкции здания НПС связанный с внесением изменений в конструктивные элементы здания, предполагает остановку нефтеперекачивающей станции на длительный срок, что негативно сказывается на процессе перекачки нефти и влечет за собой экономические потери. Вместе с тем установка легкобрасываемых конструкций в имеющиеся проемы зданий НПС в процессе проведения капитальных ремонтов тоже не осуществлялось поскольку в соответствии с требованиями нормативных документов для обеспечения взрывозащищенности объектов категории – А, на 100 м³ объема помещения требовалось 5 м² площади оконных проемов. Соответственно имеющаяся площадь остекления в помещениях с большими внутренними объемами не всегда обеспечивала требуемую расчетную площадь необходимую для установки ЛСК. В свою очередь основным типом применяемых ранее легкобрасываемых конструкций являлось одинарное остекление, которое имело массу недостатков, в том числе по показателям низкой устойчивости к

механическим повреждениям и высокой теплопроводности, и возможности поражения персонала осколками стекла при дефлаграционном взрыве.

Используемое в процессе транспортировки нефти здание НПС-3 ЛПДС «Уват» введено в эксплуатацию в 1978 году. С момента ввода в эксплуатацию каких-либо реконструкций связанных с изменениями конструктивных решений не проводилось, в связи, с чем система обеспечения пожарной безопасности здания НПС-3 нуждается в усовершенствовании.

Объект исследования:

Процесс обеспечения взрывозащищенности насосного зала НПС-3 ЛПДС «Уват».

Предмет исследования:

Предметом исследования данной работы является внедрение новых типов легкобрасываемых ограждающих конструкций, обеспечивающих сброс избыточного давления при дефлаграционном взрыве внутри производственных помещений, на примере помещения насосного зала НПС-3 ЛПДС «Уват».

Цель исследования:

Целью данной исследовательской работы является усовершенствование системы обеспечения пожарной безопасности зданий насосных станций по перекачке нефти линейной производственно-диспетчерской станции «Уват», АО «Транснефть-Сибирь», путем внесения изменений в конструктивные элементы и системы обеспечения пожарной безопасности.

Гипотеза исследования состоит:

Гипотеза состоит в возможности усовершенствования системы противопожарной защиты взрывоопасного производственного объекта, здания НПС-3 ЛПДС «Уват», запроектированного и построенного по ранее действующим нормативным документам, путем установки новых

типов легкобрасываемых конструкций без проведения полной реконструкции здания.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) Определить показатели пожарной опасности технологического процесса транспорта нефти путем проведения анализа:

- Технологического процесса перекачки нефти.
- Способов обеспечения пожарной безопасности объектов транспорта нефти.
- Способов обеспечения взрывозащищенности производственных объектов.

2) Определить способы усовершенствования системы противопожарной защиты НПС-3 ЛПДС «Уват»:

3) Разработать проект технического решения, направленный на обеспечение взрывозащищенности помещения насосного зала НПС-3.

4) Определить возможность внесения изменений в конструктивные элементы здания НПС-3, с целью реализации разработанного проекта технического решения.

5) Определить возможность реализации разработанного проекта технического решения без проведения реконструкции здания НПС.

Теоретико-методологическую основу исследования составили:

Анализ, систематизация и обобщение данных, изложенных в законодательных и нормативных документах в области пожарной безопасности, а также рекомендациях и пособиях по расчету параметров легкобрасываемых конструкций, анализ известных патентов на изобретения и полезные модели по теме исследования.

Базовыми для настоящего исследования явились также:

Работы Абросимова А.А., Топольского Н.Г., Федорова А.В, Бейкера У., П. Кокс, Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда, Bredley D., Mitcheson A, Даданова

Ю.А, М.В. Лисанова, А.И. Гражданкина, Маршалл В., а также работы других Российских и зарубежных авторов и ученых.

Методы исследования:

В качестве основных методов проведения исследования использовался теоретический и экспериментальный метод, а также метод сравнения.

Опытно-экспериментальная база исследования:

В качестве опытно-экспериментальной базы исследования использовалась здание НПС-3 ЛПДС «Уват» Тобольского УМН, а также иные здания и сооружения, расположенные на территории ЛПДС.

Научная новизна исследования:

Заключается в применении новых типов легкобрасываемых конструкций, включающих в себя оконные блоки из алюминиевого сплава, разрушающиеся узлы крепления, обеспечивающие смещение конструкции при внутреннем дефлаграционном взрыве и тросовое страховочное устройство, обеспечивающее безопасность персонала.

Теоретическая значимость исследования заключается:

В возможности усовершенствования системы обеспечения пожарной безопасности, взрывоопасных производственных объектов путем применения новых типов легкобрасываемых конструкций без проведения реконструкции зданий.

Практическая значимость исследования заключается:

В обеспечении взрывозащищенности взрывоопасных производственных объектов, сохранение целостности конструктивных элементов зданий, установленного внутри зданий оборудования, обеспечение безопасности персонала путем сброса избыточного давления при дефлаграционном взрыве. При этом применяемые разработки нового типа легкобрасываемой конструкции обеспечивают не только безопасность при дефлаграционном взрыве, но и соответствуют предъявляемым требованиям при их эксплуатации в части низкой теплопроводности и высокого коэффициента прочности конструкции.

**Достоверность и обоснованность результатов исследования
обеспечивались:**

- Всесторонним анализом литературных источников по теме исследования;
- Всесторонним анализом патентов на изобретения и полезные модели по теме исследования;
- Комплексным подходом к исследованию;
- Использованием при проведении расчетов реальных данных;
- Учетом всех факторов, влияющих на выбор проекта технического решения.

Личное участие автора состоит в:

- Постановке целей и задач исследования;
- Организации и проведении сбора литературных источников, патентов на изобретения и полезные модели по теме исследования;
- Проведении обследования здания НПС-3 и расположенного в нем оборудования, с целью определения факторов, влияющих на выбор проекта технического решения;
- Проведении соответствующих расчетов по теме исследования;
- Самостоятельной обработке и анализе данных полученных в результате исследований.

Апробация и внедрение результатов работы:

Велись в течении всего исследования, его результаты докладывались на следующих конференциях:

- Материалы диссертационного исследования отражены в журнале «Молодой учёный, сборнике «Вестник научных конференций», а также рассмотрены входе проведения международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы образования и науки» состоявшейся 31 октября 2019 года в г. Тамбов.

На защиту выносятся:

1. Выводы о необходимости снижения максимального давления взрыва внутри помещений оборудованных системами автоматического пожаротушения, для обеспечения целостности элементов данных систем;
2. Выводы о необходимости проведения расчетов требуемой площади ЛСК по имеющимся методикам, так как расчет площади без использования расчетных данных приводит к увеличению требуемой площади проемов для установки ЛСК;
3. Выводы о возможности внедрения новых типов ЛСК для защиты ранее построенных взрывоопасных объектов без проведения реконструкции зданий;
4. Выводы об эффективности применения новых типов ЛСК для защиты взрывоопасных помещений и оборудования от разрушений при дефлаграционных взрывах;
5. Выводы об эффективности применения новых типов ЛСК для защиты персонала при дефлаграционных взрывах.

Структура магистерской диссертации:

Работа состоит из введения, 3 разделов 20 подразделов, заключения, содержит 11 рисунков, 4 таблицы, список использованной литературы содержит 40 источников, 6 приложений. Основной текст работы изложен на 75 страницах.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей магистерской диссертации применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Взрыв - быстрое химическое превращение среды, сопровождающееся выделением энергии и образованием сжатых газов [2].

Взрывоопасная смесь - смесь воздуха или окислителя с горючими газами, парами легковоспламеняющихся жидкостей, горючими пылями или волокнами, которая, при определенной концентрации и возникновении источника инициирования взрыва способна взорваться [2].

Взрывозащита - мероприятия, обеспечивающие защиту обслуживающего персонала, технологического оборудования, а также зданий и сооружений от опасных и вредных воздействий взрыва [3].

Взрывопожароопасность объекта - состояние объекта защиты, характеризующее возможность возникновения взрыва и развития пожара или возникновения пожара и последующего взрыва [2].

Дефлаграционный взрыв - взрыв, при котором нагрев и воспламенение последующих слоев взрывчатого вещества происходит в результате диффузии и теплопередачи, характеризующийся тем, что фронт волны сжатия и фронт пламени движутся с дозвуковой скоростью [2].

Производственные объекты - объекты промышленного и сельскохозяйственного назначения, в том числе склады, объекты инженерной и транспортной инфраструктуры (железнодорожного, автомобильного, речного, трубопроводного и др. видов транспорта), объекты связи и т.д. [2].

Система пожарной сигнализации - совокупность установок пожарной сигнализации, смонтированных на одном объекте и контролируемых с общего пожарного поста [2].

Взрывоустойчивость объекта - состояние объекта, при котором отсутствует возможность повреждения несущих строительных конструкций и оборудования, травмирования людей опасными факторами взрыва, что может достигаться сбросом давления (энергии взрыва) в атмосферу до безопасного уровня в результате вскрытия проемов в ограждающих конструкциях здания, перекрываемых предохранительными противовзрывными устройствами (остекление, специальные окна или легкобрасываемые конструкции) [10].

Легкобрасываемая конструкция – специальная наружная ограждающая конструкция здания, предназначенная для снижения давления при взрыве в и обеспечения безопасности людей, и сохранности оборудования [14].

Пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства [1].

Требования пожарной безопасности - специальные условия социального или технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом [1].

Пожарная безопасность - состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров [1].

Пожарная безопасность объекта защиты - состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара [2].

Предохранительное противовзрывное устройство - Устройство в виде специальных окон, остекления или легкобрасываемых конструкций, вскрывающих на ранней стадии взрыва газо-, паро-, пылевоздушных смесей

сбросные проемы в ограждающих конструкциях здания и обеспечивающих безопасное давление внутри здания (помещения) [10].

Система противопожарной защиты - комплекс организационных мероприятий и технических средств, направленных на защиту людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и (или) ограничение последствий воздействия опасных факторов пожара на объект защиты (продукцию) [2].

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящей магистерской диссертации применяются следующие сокращения и обозначения:

ЛПДС – линейная производственно-диспетчерская станция.

ЛСК – легкобрасываемая конструкция.

МНА – магистральный насосный агрегат.

НПС – нефтеперекачивающая станция.

РВС – Резервуар вертикальный стальной.

ССВД - система сглаживания волн давления.

УМН – управление магистральных нефтепроводов.

1 Анализ пожарной опасности и противопожарной защиты объектов транспорта нефти

1.1 Характеристика предприятия ПАО «Транснефть»

ПАО «Транснефть» является надежной и эффективно развивающейся компанией деятельность, которой направлена на безопасный и эффективный транспорт нефти по магистральным трубопроводам. Полное название публичное акционерное общество «Транснефть». Штаб-квартира расположена в Москве, владеет 48500 км магистральных нефтепроводов, имеет более 500 насосных станций, транспортирует 93% добываемой в России нефти.

Направления деятельности ПАО «Транснефть»:

- транспортировка нефти и нефтепродуктов по нефтепроводам, проходящим по территории Российской Федерации и за ее пределами;
- проведение диагностических и профилактических работ на эксплуатируемом оборудовании, а также проведение аварийно-восстановительных работ;
- охрана окружающей среды в местностях прохождения трубопроводов и расположения объектов перекачки нефти и нефтепродуктов.

«Транснефть» и её дочерние общества располагают крупнейшей в мире системой нефтепроводов, длина которой составляет 47455 км, а также сетью нефтепродуктопроводов, ранее принадлежавших «Транснефтепродукту» длиной 19476 км.

В своей структуре имеет 14 дочерних обществ по транспортировке нефти, одним из которых является АО «Транснефть–Сибирь».

АО «Транснефть–Сибирь» осуществляет обслуживание 27 магистральных нефтепроводов, общая длина которых составляет 9500 км. Самые крупные трубопроводные системы представлены линиями Усть-Балык – Курган – Уфа – Альметьевск, Сургут – Горький – Полоцк, Усть-Балык – Омск, Холмогоры – Клин, Нижневартовск – Курган – Куйбышев. Вся добываемая в Тюменской области нефть транспортируется по магистральным нефтепроводам АО «Транснефть–Сибирь», объем транспортируемой нефти составляет примерно 300 млн. т. нефти в год.

Транспорт нефти осуществляется 87 нефтеперекачивающими станциями (НПС), так же в эксплуатации находится 171 резервуар для хранения нефти, суммарной емкостью более 2,7 млн. м³. Территориально магистральные нефтепроводы АО «Транснефть–Сибирь» проходят по территории шести субъектов Российской Федерации: Ямало-Ненецкому автономному округу, Ханты – Мансийскому автономному округу (Югра), Тюменской, Свердловской, Курганской и Омской областям. Численность персонала задействованного в процессе транспортировки нефти составляет более 11000 человек.

Основные направления деятельности АО «Транснефть-Сибирь»:

1. транспортировка нефти по магистральным нефтепроводам, управление процессом транспортировкой нефти;
2. проведение диагностических и профилактических работ на эксплуатируемом оборудовании, а также проведение аварийно-восстановительных работ;
3. охрана окружающей среды в местностях, прохождения трубопроводов и расположения объектов перекачки нефти.

Организация включает в себя 8 филиалов - управлений магистральными нефтепроводами (УМН):

1. Уренгойское;
2. Нижневартовское;
3. Нефтеюганское;

4. Сургутское;
5. Урайское;
6. Ноябрьское;
7. Тюменское;
8. Тобольское.

Территориальные управления магистральных нефтепроводов создаются с целью управления и координации действий, направленных на обеспечение надежности технологического процесса транспортировки нефти по магистральным нефтепроводам.

Основными объектами, непосредственно задействованными в процессе перекачки нефти, являются нефтеперекачивающие станции и линейные производственно-диспетчерские станции.

В составе Тобольского УМН шесть ЛПДС: «Муген», «Демьянское», «Кедровое», «Уват», «Аремзяны», «Сетово», в том числе 1 резервуарный парк общей емкостью 80000 м³.

Перекачка нефти осуществляется по следующим отрезкам пяти обслуживаемых нефтепроводов:

1. Усть-Балык – Омск (УБО) – протяженность трубопровода 260 км;
2. Усть-Балык – Курган – Уфа – Альметьевск (УБКУА) – 315 км;
3. Нижневартовск – Курган – Куйбышев (НКК) – 331 км;
4. Сургут – Горький – Полоцк (СГП) – 131 км;
5. Холмогоры – Клин (ХК) – 122 км.

Большая протяженность нефтепроводов, большое количество нефтеперекачивающих станций и иных объектов, участвующих в процессе транспортировки нефти обуславливает повышенную пожарную опасность технологического процесса и требует применения комплексного подхода к обеспечению его пожарной безопасности.

1.2 Характеристика линейных производственно-диспетчерских станций

Процесс перекачки нефти по магистральным нефтепроводам в техническом плане является достаточно сложным. Поэтому в данном процессе задействовано как основные производственные объекты, так и объекты вспомогательного назначения, обеспечивающие работоспособность и защиту основного оборудования. Большинство объектов данной категории располагается на территории линейных производственно-диспетчерских станций.

Линейные производственно-диспетчерские станции представляют собой комплекс зданий и сооружений, расположенных в пределах одной территории. Основным отличием ЛПДС от НПС является наличие на ее территории ЛПДС двух и более нефтеперекачивающих станций.

К основным объектам, расположенным на территории ЛПДС и непосредственно участвующим в транспортировке нефти можно отнести нефтеперекачивающие станции с установленными в них магистральными насосными агрегатами, резервуарные парки, трубопроводы, узлы электроприводных задвижек, и прочие объекты, включенные в общую схему технологического процесса.

К вспомогательным объектам, расположенным на территории ЛПДС относятся административные здания, резервные электростанции, системы защиты нефтепроводов от коррозии, системы пожаротушения и водоснабжения, системы связи, и другие объекты напрямую не участвующие в процессе перекачки нефти.

Расстояние между ЛПДС (НПС) осуществляющими транспортировку нефти по одному нефтепроводу, как правило, составляет не более 100 км, вместе с тем в ряде случаев данные расстояния значительно сокращаются. Решение о количестве станций, входящих в состав одного нефтепровода принимается на этапе проектирования трубопроводной сети. Основными факторами, оказывающими влияние на расположение станций, а также их количество является рельеф местности, по которой проходит нефтепровод, его диаметр, свойства перекачиваемого продукта, характеристики

применяемого оборудования, принятая производительность нефтепровода и т.д.

Все насосные станции, расположенные на одном магистральном нефтепроводе с одинаковой пропускной способностью оснащаются одинаковым оборудованием, однако схема подключения насосов может отличаться - последовательная либо параллельная.

Число работающих центробежных насосов определяется по рабочему давлению, характеристикам насоса и перекачиваемой нефти, режима перекачки, и не должно быть более трех, при этом на каждую группу работающих насосов должен быть установлен один дополнительный резервный насос. Магистральные насосные агрегаты оборудуются устройствами автоматической защиты, которые обеспечивают контроль параметров работы в соответствии с техническими требованиями. Для контроля давления на входе и выходе насосов установлены манометры с погрешностью измерений не более 1,5 %.

При диаметре трубопровода свыше 720 мм, необходимо устанавливать систему сглаживания волн давления, которая обеспечивает сброс части потока нефти с магистральной линии в резервуары сборники. Данная система защиты срабатывает при повышении давления в нефтепроводе более чем на 0,3 мПа от установленного, если скорость повышения выше 0,3 мПа/с. При этом объем резервуаров-сборников определяется в соответствии с установленными требованиями [12].

Таким образом, каждая ЛПДС и НПС является важным и неотъемлемым звеном в процессе транспортировки нефти по магистральным трубопроводам. Пожарная опасность каждой НПС заключается в большом количестве нефти перекачиваемой по трубопроводам под высоким давлением. Кроме того, на территории ЛПДС и НПС располагается большое количество оборудования, сооружений, трубопроводов и резервуаров, заполненных нефтью. Любая авария, произошедшая на установках,

участвующих в технологическом процессе перекачки, сопровождающаяся аварийными разливами нефти может привести к взрыву и (или) пожару.

1.3 Характеристика линейной производственно-диспетчерской станции «Уват»

В данной работе рассматривается ЛПДС «Уват» Тобольского УМН, находящаяся на 334 километре нефтепровода «Усть-Балык – Омск». Нефть на ЛПДС поступает от ЛПДС «Демьянское» и после повышения давления в нефтепроводе перекачивается до ЛПДС «Аремзяны», в дальнейшем следующих ЛПДС установленных на соответствующих нефтепроводах.

Площадь ЛПДС «Уват» составляет 12,56 га, периметр ЛПДС 1,5 км.

На территории ЛПДС «Уват» находятся три нефтеперекачивающие станции, каждая из которых предназначена для повышения давления в обслуживаемом магистральном нефтепроводе.

Нефтеперекачивающие станции имеют следующие основные и вспомогательные сооружения:

6. узел подключения и подводящих трубопроводов;
7. узел фильтров-грязеуловителей;
8. магистральная насосная станция;
9. узел сглаживания волн давления;
10. узел сбора и откачки утечек.

Нефтеперекачивающая станция 1 (НПС-1) предназначена для приема нефти из нефтепровода «Усть-Балык – Омск» и дальнейшей перекачки нефти поэтому же нефтепроводу.

Здание общего укрытия НПС-1 выполнено из шиферных панелей с минераловатным утеплителем по металлическим прогонам и балкам, имеет 1 этаж. Степень огнестойкости четвертая. Внутри здания имеется несгораемая стена с пределом огнестойкости 2,5 часа, отделяющая насосный зал от

электрозала, через которую пропущены приводные валы насосов.

В насосной установлено четыре магистральных насоса марки НМ-7000/210 производительностью 7000 м³/ч. В электрозале установлены 4 электродвигателя (по числу насосов) марки СТД-4000, имеется маслоприямок с двумя маслобаками емкостью по 2,5 м³ и маслонасосами.

Нефтеперекачивающая станция № 2 предназначена для повышения давления в нефтепроводе Усть-Балык – Курган – Уфа – Альметьевск.

Здание укрытия имеет один этаж, выполнено из сайтинга по металлическим прогонам. Как и у НПС-1, внутри имеется разделительная несгораемая стена с аналогичным пределом огнестойкости – 2,5 часа.

В электрозале установлены три электродвигателя СТД-8000-2 и один СТД-6300 напряжением 10 кВ. В торце электрозала расположен маслоприямок с маслонасосами и двумя емкостями масла объемом по 2,5 м³ каждая глубиной 2 м. Имеется два вентилятора беспромвальной камеры, служащей для создания подпора воздуха и предотвращения попадания горючих газов из насосного зала в электрозал.

В насосном зале установлено четыре магистральных насоса НМ-10000/210 производительностью от 8000 до 10000 м³/ч.

Третья станция, НПС-3, осуществляет перекачку нефти по магистральному нефтепроводу «Нижевартовск-Курган-Куйбышев».

Здание общего укрытия, аналогично НПС-2, выполнено из металлических панелей в качестве облицовочного материала используется металлический сайдинг, имеет 4 степень огнестойкости, внутри разделено несгораемой стеной с пределом огнестойкости 2,5 часа. В электрозале установлены 3 электродвигателя СТД-8000 и 1-АТД-8000 напряжением 10 кВ. В торце электрозала находится маслоприямок с маслонасосами и двумя емкостями масла объемом по 2,5 м³ каждая.

В насосном зале установлено 4 магистральных насоса НМ-10000/210 производительностью 10000 - 12500 м³/ч.

В случае любой неисправности, НПС отключаются от магистрального

нефтепровода, и нефть идет транзитом, минуя станцию, что выполняется либо автоматически, либо вручную операторами НППС [16].

Все станции имеют вспомогательные сооружения, различия между которыми заключаются главным образом в их месторасположении, а назначение заключается в обеспечении безопасного и бесперебойного режима работы, подачи электроэнергии, предупреждении и ликвидации аварий и внештатных ситуаций.

Каждая подстанция имеет систему сглаживания волн давления АРКРОН, предназначенную для защиты оборудования от перепадов давления на нефтепроводе, таких как гидроудар (происходит при торможении потока нефти), методом сбрасывания части, поступающей из магистрального нефтепровода нефти в специальные резервуары.

Емкости сбора утечек нефти (ЕП) устанавливаются на торцевых уплотнениях насосов для сбора нефтеутечек, откачка которых осуществляется погружным насосом. НПС-1 имеет 2 емкости объемом 25 м^3 , НПС-2,3 оборудованы двумя ЕП по 40 м^3 , что обосновывается большей мощностью насосов.

Неотъемлемым элементом являются фильтры-грязеуловители (ФГУ), установленные на входе в каждую насосную. ФГУ предназначены для улавливания крупных посторонних предметов, которые поступают с потоком нефти, и при попадании в насосный агрегат могут вывести его из строя. Количество одновременно задействованных в технологическом процессе фильтров выбирается с учетом возможности включения в работу резервного фильтра при засорении основного, без остановки работы НПС. Судить о степени их засорения или исправности можно по перепаду давления с помощью манометров на входе и выходе ФГУ. Каждая НПС оборудована четырьмя ФГУ объемом по 5 м^3 .

Операторные НПС 1,2 расположены в торцах зданий общих укрытий НПС-1 и НПС-2. Операторная НПС-3 имеет отдельное двухэтажное здание, расположенное в 50 м от общего укрытия.

Комплектные трансформаторные подстанции (КТП) НПС 1,2 так же расположены непосредственно в частях зданий общего укрытия (по две для каждой подстанции), а КТП НПС-3 расположена в отдельном строении на расстоянии 25 м от здания общего укрытия. Мощность каждой трансформаторной составляет 400 кВА.

При повышении давления на нефтепроводе, система АРКРОН сбрасывает часть нефти из нефтепровода в металлические вертикальные наземные резервуары (РВС), объемом 400 м³, с последующей закачкой продукта в технологию соответствующей станции, при этом все три НПС подключены к обоим резервуарам.

Для регулирования давления на входе и выходе НПС применяются камеры регулирования давления (КРД), которые необходимы для сохранения целостности нефтепровода.

1.4 Описание технологического процесса перекачки нефти

Через приемную задвижку, расположенную в узле подключения станции нефть поступает на ЛПДС «Уват». Возможен так же способ поступления через узел пуска-приема очистных устройств, который позволяет вести перекачку, как через станцию, так и минуя её.

Проходя через фильтры-грязеуловители, нефть фильтруется. Посторонние предметы, поступающие с потоком нефти, собираются внутри ФГУ. Контроль за степенью засорения фильтров осуществляется оператором НПС, при засорении фильтров производится их очистка.

Между ФГУ и насосными предусмотрена система сглаживания волн давления (ССВД), на НПС «Уват» это система типа «Аркрон-1000», производство США. В случае появления волн давления ССВД осуществляет сброс части потока нефти с приемной линии НПС в РВС-400 №1,2. Срабатывание системы ССВД происходит, при скорости свыше 0,29 МПа/сек и при повышении давления в нефтепроводе на величину не более 0,29 МПа

[16]. С целью поддержания заданного режима перекачки нефти на каждой станции установлен узел регулирования давления. Корректировка давления в нефтепроводе осуществляется в автоматическом режиме, при этом минимально допустимое давление в нефтепроводе на входе в НПС не должно быть ниже 0,88 МПа, а на выходе не более 5 МПа.

Далее, после прохождения узла регулирования давления, через выкидную задвижку нефть подается на следующую ЛПДС Аремзяны».

На рисунке 1.1 представлена схема производственного процесса.

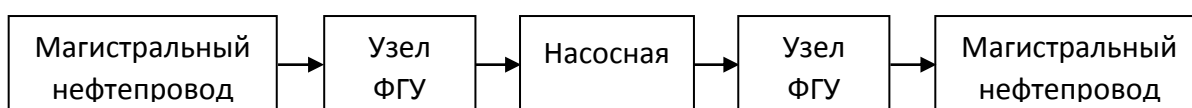


Рисунок 1.1 - Схема производственного процесса

1.5 Способы обеспечения пожарной безопасности объектов транспорта нефти

Пожарная безопасность объекта, в том числе объекта транспорта нефти, представляет собой такое его состояние, при котором полностью исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения применение мер защиты и ликвидации его последствий реализуется в максимально короткий срок, а также сводит количество пострадавших и экономический ущерб к минимуму [1].

Пожарная безопасность объекта достигается путем создания, и совершенствования системы пожарной безопасности, основными направлениями которой является предотвращение пожаров, обеспечение безопасности людей и защиты имущества в случае его возникновения [2].

В состав системы обеспечения пожарной безопасности входит [2]:

- система противопожарной защиты;
- система предотвращения пожаров;

- комплекс организационных и технических мероприятий направленный на обеспечение пожарной безопасности на объекте.

Способы обеспечения противопожарной защиты взрывоопасных производственных зданий представляют собой применение:

- автоматических установок пожаротушения и сигнализации;
- средств пожаротушения;
- строительных конструкций и материалов с нормированными показателями пожарной опасности;
- огнезащитных составов;
- устройств, ограничивающих распространение огня;
- систем оповещения и управления эвакуацией в случае пожара;
- средств индивидуальной и коллективной защиты;
- источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения;
- применением для обеспечения взрывозащищенности объектов легкобрасываемых ограждающих конструкций.

Организационно-технические меры противопожарной защиты обеспечиваются путем выполнения следующих мероприятий:

- организацией и проведением соответствующего технического обслуживания и ремонта технологического оборудования;
- организацией и проведением технического обслуживания и планово-предупредительного ремонта систем и средств противопожарной защиты;
- организацией и проведением технического обслуживания и первичных средств пожаротушения;
- созданием и содержанием пожарной охраны объекта;
- проведением обучения и проверки знаний работников в области пожарной безопасности, в том числе путем проведения инструктажей и занятий в объеме пожарно-технического минимума;

- разработкой инструкций, правил, норм в области пожарной безопасности, а также правил поведения и действий персонала при возникновении пожара;
- обеспечением мест постоянного пребывания людей наглядной агитацией по правилам пожарной безопасности, планами эвакуации [4].

1.6 Взрывозащита производственных объектов

Взрыв представляет собой быстропротекающее высвобождение большого количества энергии в ограниченном пространстве и представляет особую опасность возможных потерь и материального ущерба [3].

Взрывозащищенность объекта обеспечивается путем выполнения комплекса мероприятий направленных на защиту людей, оборудования строительных конструкций здания при дефлаграционном взрыве.

В качестве основных негативных факторов, возникающих при взрыве можно выделить:

- резкое и значительное повышение давления в помещении;
- наличие обрушающихся частей и элементов здания;
- воспламенение горючего вещества, обращающегося в технологическом процессе;
- повышение температуры и другие опасные факторы пожара.

Взрывобезопасность объектов обеспечиваться:

- системой предотвращения взрыва;
- организационными и техническими мероприятиями;
- системой противовзрывной защиты;

Способы предотвращения взрывов представляют собой исключение образования в помещениях горючих сред и предотвращение возможности их воспламенения.

Исключение образования горючих сред при эксплуатации взрывоопасных объектов реализуется, главным образом, поддержанием

концентрации горючего вещества на уровне, не достигающем нижнего концентрационного предела. Для этого помещения, в которых образуются и обращаются взрывопожароопасные смеси устанавливается система автоматического контроля (датчики) и система вентиляции, тем не менее взрывоопасная среда в помещениях может образоваться при различных авариях на технологическом оборудовании.

Помимо перечисленных мер, применяются и организационные методы, такие как разработка инструкций по безопасному обращению с взрывоопасным оборудованием (веществами, способными взрываться при взаимодействии с водой, кислородом воздуха либо друг с другом), с оборудованием, работающим под давлением, проведение проверки знаний работников и осуществление контроля за соблюдением требований пожарной безопасности и техники безопасности [3].

Мероприятия, направленные на обеспечение противовзрывной защиты, защиты работников и оборудования от поражающего действия взрыва достигается путем:

- проектирования несущих и ограждающих конструкций, способных выдержать максимальное давление при взрыве;
- ограждения взрывоопасной зоны стенами особой прочности;
- установки клапанов для сброса давления взрыва.

Комплекс указанных мероприятий, направленных на обеспечение противовзрывной защиты, как правило, реализуется при строительстве новых зданий, а также при реконструкции действующих объектов, так как выполнение данных мероприятий связано с большими материальными затратами.

Перечень необходимых мероприятий, направленных на обеспечение безопасности того или иного взрывоопасного здания при дефлаграционном взрыве должен определяться исходя из прогнозируемых последствий взрыва. Перечень мероприятий, направленных непосредственно на снижение избыточного давления взрыва внутри помещений может быть

обоснован экономическими расчетами, с использованием альтернативных методов, обеспечивающих в полном объеме безопасность людей и оборудования при взрыве [15].

Структура ущерба от взрывов и пожаров на ЛПДС «Уват» включает:

- финансовые потери АО «Транснефть-Сибирь», эксплуатирующего опасный производственный объект, на котором произошла авария;
- расходы, направленные на локализацию, ликвидацию взрывов и пожаров, а также их последствий;
- социальные и экономические потери, связанные с травмированием и (или) гибелью людей;
- вред, причиненный природной среде;
- ущерб, причиненный государству вследствие ограничения перекачки нефти;
- потери государства от выбытия трудовых ресурсов.

Соответственно величина возможного ущерба от последствий взрывов и пожаров на нефтеперекачивающих станциях очень велика и несоизмерима с финансовыми расходами, направленными на выполнение требований пожарной безопасности.

Несмотря на постоянное совершенствование систем предотвращения и ликвидации последствий аварий, наибольшую опасность для объектов транспорта нефти являются взрывы и пожары. Для ЛПДС «Уват» наиболее значимой по возможному ущербу, как материальных ценностей, так и жертв из числа персонала является взрыв топливно-воздушной смеси в зданиях нефтеперекачивающих станций. Это обусловлено постоянным потоком нефтепродукта, проходящим под большим давлением через насосные агрегаты.

1.7 Классификация помещений по взрывопожарной опасности

Классификация помещений по взрывопожароопасности осуществляется с целью установления требований пожарной безопасности для конкретного здания или помещения, предотвращения возникновения пожаров, защиты людей и материальных ценностей при его возникновении [2].

Присвоение соответствующих категорий осуществляется в зависимости от вида обращающихся в помещениях, установках и оборудовании горючих и легко воспламеняемых веществ. При этом на определение соответствующей категории оказывают влияние такие факторы как, вид находящегося в помещении или установке горючего или легко воспламеняемого вещества, его количество и свойства [8].

Категории зданий и помещений по взрывопожарной опасности представляют собой классификацию объектов по степени опасности, от категории – А до категории – Д.

Здания и помещения, отнесенные к категории – А по взрывопожароопасности являются наиболее взрывоопасными объектами, так как в данных помещениях присутствуют газы и легко воспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки менее 28 °С, в количестве достаточном для образования горючей смеси при воспламенении которой в помещении избыточное давление дефлаграционного взрыва составит более 5 кПа [8].

Здания и помещения, отнесенные к категории – Б представляют более низкую взрывоопасность по сравнению с категорией – А, вместе с тем в данных помещениях присутствуют (обращаются) горючие пыли, волокна, а также легко воспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, в количестве достаточном для образования горючей смеси при воспламенении которой в помещении избыточное давление дефлаграционного взрыва составит более 5 кПа [8].

К категории – В, по пожарной опасности относятся здания и помещения не являющиеся взрывоопасными, в данных помещениях находятся горючие вещества и материалы, в том числе горючие жидкости, при этом данные помещения не должны относиться к взрывоопасным категориям - А и Б [8].

К категории – Г, относятся здания и помещения, в которых присутствуют негорючие вещества в расплавленном или раскаленном состоянии, либо в процесс, связанный с выделением огня и искр, также в помещениях данной категории может осуществляться технологический процесс при котором горючие вещества утилизируются в качестве топлива [8].

К самой низкой категории по пожарной опасности относятся помещения категории – Д, в данных помещениях отсутствуют горючие вещества и материалы, поэтому к помещениям данного класса применяются минимальные требования в области пожарной безопасности [8].

При определении категории конкретного здания или помещения по взрывопожарной опасности учитывается ряд факторов, таких как:

- вид горючих либо легко воспламеняющихся веществ и материалов, находящихся в помещении либо технологическом оборудовании,
- количество горючего вещества, находящегося в помещении либо технологическом оборудовании;
- количество вещества, которое может выйти в производственное помещение при аварии на конкретном оборудовании до момента полной остановки оборудования, производства, закрытия задвижек и т.д. [8].

При определении категорий зданий и помещений должен учитываться наиболее неблагоприятный сценарий развития аварии на конкретном производстве с учетом факторов, влияющих на процесс ее развития.

1.8 Обеспечение взрывозащиты помещений категории А и Б путем использования наружных легкобрасываемых ограждающих конструкций

Помещения категорий А и Б по взрывопожарной опасности в соответствии со сводом правил СП 4.13130.2013 [10] необходимо обеспечивать наружными легкобрасываемыми конструкциями. При этом в

данном документе указывается, что необходимая площадь ЛСК должна определяться путем проведения соответствующих расчетов.

Легкосбрасываемая конструкция – это ограждающая строительная конструкция, освобождающая проем под действием давления, развивающегося внутри здания, превышающего предельно-допустимые значения [14].

По типу вскрытия сбросного проема выделяют поворотные, представляющие собой поворотную створку, которая при воздействии избыточного давления открывается наружу за счет вращения вокруг оси вращения, и смещаемые. Как правило, смещаемые ЛСК - это стеновые панели и стеклопакеты определенной толщины, выпадающие наружу при воздействии давления.

Предохранительные запорные устройства не требуют ручного вскрытия или использования дополнительного источника энергии, срабатывая под действием только давления [6].

Легкосбрасываемые конструкции по типу их вскрытия делятся на разрушаемые, смещаемые и вращаемые. Название типа конструкции характеризует способ обеспечения сброса избыточного давления в защищаемом помещении. Так в случае применения разрушаемых конструкций при возникновении в помещении избыточного давления происходит полное разрушение материала, из которого изготовлена данная конструкция [15].

В случае применения смещаемых ЛСК, разрушение материала, входящего в состав самой конструкции не происходит, разрушаются только элементы крепления, которыми конструкция удерживается в монтажном проеме, вследствие чего ЛСК смещается наружу [15].

Защита взрывоопасных помещений с использованием вращаемых ЛСК заключается в установке в проемы здания или помещения конструкций, которые при воздействии избыточного давления осуществляют вертикальное

либо горизонтальное вращение, освобождая тем самым монтажный проем, в результате чего происходит сброс избыточного давления [15].

Необходимо отметить, что все типы легкобрасываемых конструкций принципиально отличаются друг от друга и не только по принципу вскрытия, но и по массе, эффективности, стоимости, долговечности, безопасности и другим параметрам. Поэтому выбор той или иной конструкции для защиты конкретного взрывоопасного объекта осуществляется исходя из множества факторов, главными из которых являются – стоимость конструкции, ее эффективность, ее свойства в части теплопроводности.

С 1981 года, после принятия нормативных документов, обязывающих устанавливать во взрывоопасных помещениях легкобрасываемые конструкции, в качестве ЛСК применялись стекла глухого остекления являющиеся разрушаемыми ЛСК, а также стекла имеющие специальные надрезы. Как правило, с целью улучшения эффективности вскрытия, стекла в данных конструкциях имели одинарное остекление, а при применении двойного остекления применялись стекла с надрезом, при этом толщина стекла с надрезом рассчитывалась в соответствии с действующими методиками.

Несмотря на то, что использование в качестве ЛСК остекления зданий является более простым и менее затратным способом обеспечения его взрывозащиты, применение данных конструкций является небезопасным для персонала данных объектов. Поскольку толщина и площадь применяемых стекол, всегда были строго регламентированы, и при вскрытии такой конструкции появлялось масса разбитого остекления, вылетающего наружу поражая работников организаций [14].

В случае применения вращаемых ЛСК, как правило, предпочтение отдается открываемым створкам оконных конструкций, с вертикальным или горизонтальным шарниром, так как данный тип ЛСК является более практичными в эксплуатации. При этом вращаемые ЛСК не должны вскрываться под действием ветровой нагрузки.

В качестве смещаемых ЛСК, при наличии соответствующего обоснования могут использоваться легкобрасываемые стеновые панели и элементы покрытия защищаемого помещения. Эффективность вскрытия смещаемых легкобрасываемых конструкций может быть повышена за счет уменьшения их массы, размеров, и снижения избыточного давления, необходимого для разрушения крепежных запорных устройств.

Для проведения соответствующих расчетов необходимой площади ЛСК для защиты конкретного здания или помещения необходимо иметь полную информацию о параметрах технологического процесса, физико-химических и пожароопасных свойствах, применяемых в технологическом процессе материалов. Данная информация может быть получена из справочников, методик, заключений, расчетным и иным путем.

При применении в строительстве новых разработок ЛСК, должны проводиться испытания на предмет их соответствия нормативным документам, утвержденным в установленном порядке [14].

В комплектацию ЛСК входят стандартные рамочные элементы (коробка, створка, форточка, фрамуга) и специальный элемент, в зависимости от вида конструкции, поворотная створка или смещаемый элемент. При этом стеклопакет, оконные приборы и запорные устройства, уплотняющие прокладки являются заменяемыми без нарушения целостности деталей.

Основные комплектующие изделия проходят проверку на долговечность в испытательных центрах и имеют паспорта и сертификаты, подтверждающие качество.

На эффективность применения легкобрасываемых конструкций влияет множество факторов, основными из которых являются [14]:

- конструктивные особенности защищаемого помещения, его форма и объем;
- вид горючей смеси, которая может образоваться во взрывоопасном помещении при различных аварийных ситуациях, концентрация горючей смеси в помещении к моменту ее воспламенения, а также место ее

воспламенения;

- наличие во взрывоопасном помещении оборудования и строительных конструкций, таких как, этажерки фермы колонны и т.д.;

- места расположения проемов в наружном ограждении здания предназначенных для установки ЛСК и их общая площадь;

- эффективность вскрытия ЛСК, зависит от типа принятой легкобрасываемой конструкции, ее физических и геометрических параметров, допускаемого избыточного давления и условий взрывного горения горючей смеси в помещении.

Требуемая площадь стеклопакетов ЛСК для защиты зданий и помещений категории А является расчетной величиной, определяемой в по утвержденным методикам, при этом в случае отсутствия сведений необходимых для проведения расчетов их площадь должна составлять не менее $0,05 \text{ м}^3$ на 1 м^3 защищаемого помещения. При этом применяемая толщина стекол и их площадь строго регламентированы, так в случае применения стекол толщиной 3 мм, площадь одного стекла должна составлять не менее $0,8 \text{ м}^2$, при применении стекла толщиной 4 мм, площадь стекла не менее 1 м^2 , при 5 мм. Площадь стекла составляет не менее $1,5 \text{ м}^2$ [14].

Вместе с тем с целью защиты взрывоопасных производственных объектов от избыточного давления, возникающего при дефлаграционных взрывах, осуществляется разработка новых типов и видов легкобрасываемых конструкций. Конструктивное исполнение новейших разработок легкобрасываемых конструкций позволяет рассматривать вопросы их внедрения не только при строительстве новых объектов, но и при проведении реконструкций и ремонтов, действующих взрывоопасных производственных объектов, так как данные конструкции являются более эффективными, долговечными, надежными, а также обладают необходимым набором положительных качеств необходимых для повседневной эксплуатации.

2 Исследование и анализ конструктивных элементов здания НПС-3. Определение способов совершенствования системы противопожарной защиты

2.1 Описание объекта защиты

Здание общего укрытия нефтеперекачивающей станции (НПС-3), одноэтажное, четвертой степени огнестойкости. Здание имеет размеры в плане 60 x 18 м., высотой 7,5 м. В качестве ограждающих конструкций здания используются металлические сэндвич-панели, заполненные негорючим утеплителем. В качестве облицовочного материала стен, используется металлический сайдинг. Общее укрытие разделено несгораемой стеной с пределом огнестойкости 2,5 часа, на помещение электрозала, размером в плане 60 x 8,6 м и помещение насосного зала размером 60 x 9 м [18].

Помещение насосного зала является взрывоопасным помещением, имеет категорию взрывопожароопасности – А [14]. Помещение электрозала имеет категорию по пожарной опасности В-2 [8]. Отопление в здании насосной станции центральное водяное. Электроснабжение 1 категории от двух независимых вводов и дизельной электростанции, включение которой осуществляется в автоматическом режиме.

В насосном зале установлено 4 магистральных насоса НМ-10000/210 производительностью 10 – 12,5 тыс. м³/ час. Из помещения насосного зала имеется два эвакуационных выхода. В насосном зале и маслоприямке

смонтирована система автоматического пожаротушения пеной высокой кратности [9], и система газового анализа. В качестве побудительной системы применяются пожарные извещатели ИП – 332 –1/1 «Набат» - 8 шт. На опорах кабельной эстакады на территории НПС-3 установлены ручные пожарные извещатели – 17 шт., для пуска системы автоматического пожаротушения. При срабатывании двух извещателей автоматически включается система пенопожаротушения, и пена через 4 пеногенератора марки «ДВПЭ – 200» подается в насосный зал. При срабатывании системы пожаротушения НПС автоматически идет на аварийное отключение от магистрального трубопровода, нефть проходит транзитом, минуя станцию, при этом отключение НПС от магистрального нефтепровода осуществляется путем закрытия электроприводных задвижек, на закрытие которых требуется определенный промежуток времени.

В случае полного отказа или отключения автоматики НПС станционные задвижки закрываются по месту оператором НПС со щита управления или вручную [16]. Необходимо отметить, что процесс закрытия задвижек вручную достаточно трудоемкий и занимает гораздо больше времени, чем при закрытии задвижек в автоматическом режиме.

Для сбора утечек нефти в результате разгерметизации оборудования в помещении насосного зала НПС-3 имеется приемный лоток, обеспечивающий слив нефти в две подземные емкости расположенные снаружи здания НПС. Слив нефти осуществляется через приемный колодец, расположенный в помещении насосного зала. Из приемного колодца, нефть по трубопроводу стекает в две подземные емкости объемом 40 м³ каждая.

С целью ограничения разлива нефти за пределы насосного зала, с внутренней стороны входные двери имеют сплошное ограждение высотой 0,2м являющееся своеобразным обвалованием.

Здание общего укрытия НПС-3 предназначено для перекачки нефти по магистральному нефтепроводу. Здание состоит из помещений и оборудования, приведенных на рисунке 2.1, где (1) магистральные насосные

агрегаты, осуществляющие перекачку нефти; (2) помещение маслоприямка; (3) помещение электрозала; (4) электродвигатели осуществляющих вращение магистральных насосных агрегатов; (5) помещение насосного зала. Отключение магистральных насосов от нефтепровода осуществляется с помощью электроприводных задвижек (8). Доступ в помещение насосного зала осуществляется через дверной проем (6). В случае возникновения аварии на магистральном насосном агрегате или трубопроводе, в помещении насосного зала может попасть нефть, в большом количестве, образоваться взрывоопасная концентрация газовой смеси, включающая в себя попутный нефтяной газ (метан, этан, пропан, бутан и изобутан) и произойти взрыв (9).

С целью обеспечения целостности здания при внутреннем дефлаграционном взрыве в оконных проемах (7), должны быть установлены легкобрасываемые ограждающие конструкции, вскрывающиеся при взрыве, тем самым обеспечивающие сброс избыточного давления [10].

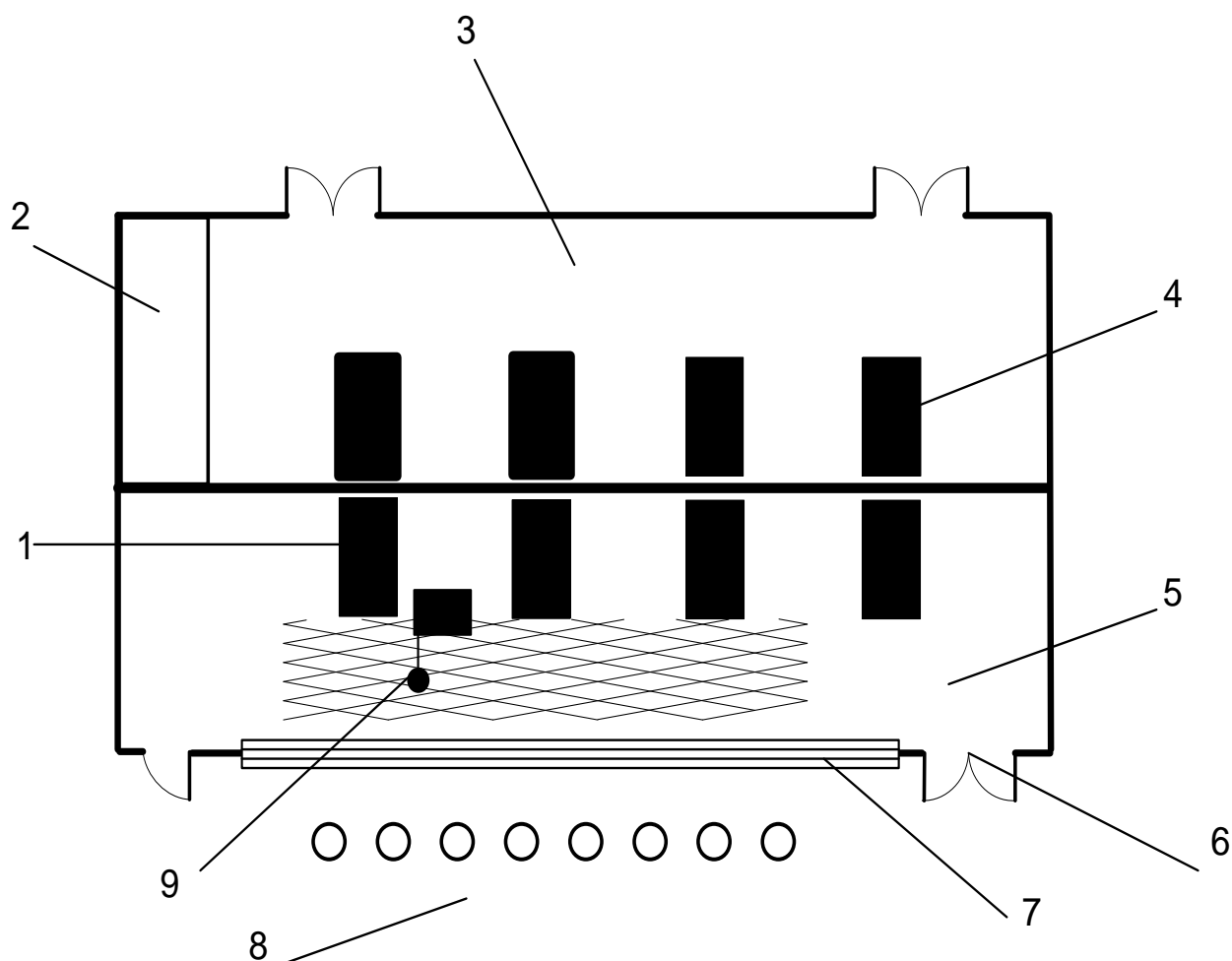


Рисунок 2.1 – Схема здания общего укрытия НПС-3

2.2 Проведение исследований основных параметров проемов в ограждающих конструкциях и имеющегося остекления

К основным параметрам остекления применяемого в качестве легкосбрасываемых конструкции относится:

- толщина стекла;
- площадь остекления;
- количество стекол в оконном блоке (одинарное или двойное остекление);

– наличие разрушаемых узлов крепления, обеспечивающих смещение оконного блока наружу при взрыве.

Насосный зал НПС-3 имеет проемы в ограждающих конструкциях, в данные проемы установлены оконные блоки, имеющие двойное остекление. Оконные блоки остекления установлены в два ряда, в верхней и нижней части фасада здания. Остекление каждого оконного блока, размещенного в нижней части фасада (1) разделено на 12 секций, всего в нижней части, установлено 7 оконных блоков.

Остекление каждого оконного блока, размещенного в верхней части фасада (2) разделено на 6 секций, всего в верхней части, установлено 9 оконных блоков. В каждой секции оконных блоков используется двойное остекление. Схема размещения окон приведена на рисунке 2.2.

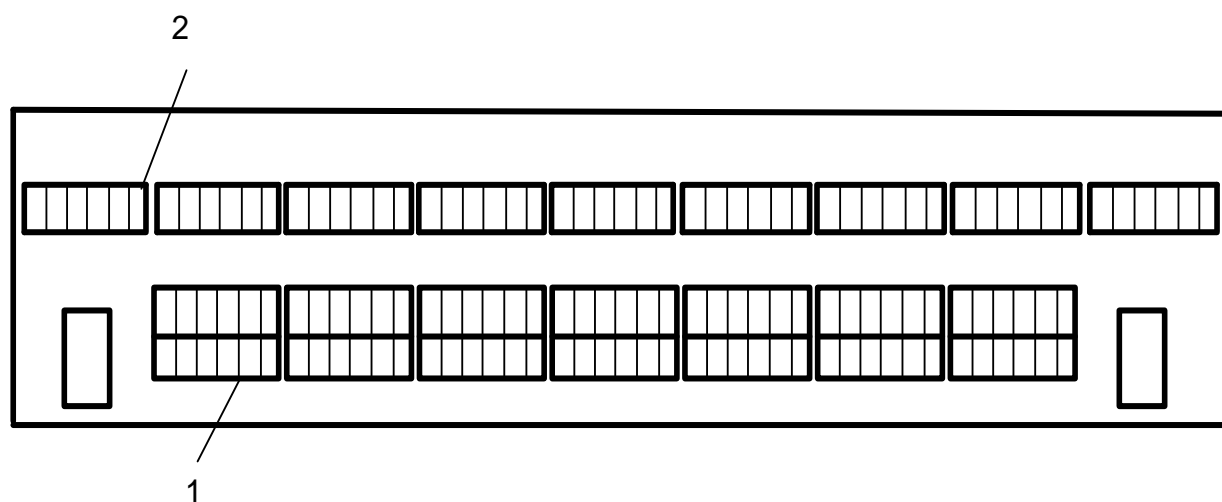


Рисунок 2.2 - Схема размещения окон на фасаде здания

В качестве остекления используются стекла, имеющие размер 1,12 х 0,92 м. Толщина каждого стекла составляет 5 мм. Всего в фасадной части насосного зала в один ряд установлено 138 окон.

Оконные блоки представляют собой металлические конструкции, предназначенные для установки и крепления остекления. Крепление остекления в проемах оконного блока осуществляется с помощью резинотехнических уплотнителей обеспечивающих надежное крепление стекол к оконному блоку. Оконные блоки не имеют разрушающихся узлов

крепления, зафиксированы в стене здания с помощью болтовых и сварных соединений.

Определяем имеющуюся площадь оконных проемов, которые могут использоваться в качестве легкобрасываемых конструкций. За площадь ЛСК принимаем только площадь остекления, так как оконный блок, в который установлены стекла, выполнен из металла и жестко зафиксированную в наружной стене здания НПС.

Определяем площадь одного стекла по формуле (2.1):

$$S_{\text{ОКН}}=a \cdot b, \quad (2.1)$$

где a – высота стекла, м. (1.12м.);

b – ширина стекла (0.92м.).

$$S_{\text{ОКН}}=1.12 \cdot 0,92=1.03 \text{ м}^2$$

Определяем общую площадь остекления, установленного в насосном зале НПС по формуле (2.2):

$$S_{\text{остекл}}=a \cdot b, \quad (2.2)$$

где a – площадь одного стекла, м. (1.03м².);

b – количество стекол установленных (в один ряд) в оконных конструкциях, шт. (138 шт.).

$$S_{\text{остекл}}=1,03 \cdot 138 = 142,1 \text{ м}^2.$$

В результате проведенных расчетов установлено, что имеющаяся площадь проемов остекления насосного зала НПС-3 составляет 142,1м².

В соответствии с требованиями СП 4.131302013 [10] площадь легкобрасываемых конструкций должна определяться расчетом. При отсутствии расчетных данных площадь легкобрасываемых конструкций должна составлять не менее 0,05 м. на 1 м³ объема помещения категории А. Оконное стекло относится к легкобрасываемым конструкциям при

толщине 3, 4 и 5 мм и площади не менее (соответственно) 0,8, 1 и 1,5 м. Армированное стекло к легкобрасываемым конструкциям не относится [10]. По формуле (2.3) определяем требуемую площадь легкобрасываемых конструкций:

$$S_{\text{ЛСК}}=a \cdot b, \quad (2.3)$$

где a – объем помещения насосного зала, м³ (4050 м³.);

b – коэффициент применяемый к помещениям категории А (0,05).

$$S_{\text{ЛСК}} = 4050 \cdot 0,05 = 202,5 \text{ м}^2$$

В результате проведенных расчетов без учета параметров помещения, установленного в помещении оборудования и физико-химических свойств обращающейся в технологическом процессе нефти, установлено, что требуемая площадь проемов составляет 202,5 м².

В результате проведенного исследования основных параметров проемов в ограждающих конструкциях и остекления насосного зала НПС-3 установлено, что имеющееся остекление не отвечает требованиям, предъявляемым к легкобрасываемым конструкциям, поскольку площадь одного стекла при толщине 5 мм, составляет менее 1,5 м², кроме того стекла в оконных блоках установлены в два ряда.

Оконные блоки, в которых установлены стекла отнести к легкобрасываемым конструкциям также нельзя, поскольку они не имеют разрушаемых элементов крепления и жестко закреплены в стене здания.

В результате отсутствия в помещении насосного зала легкобрасываемых ограждающих конструкций при дефлаграционном взрыве внутри здания могут возникнуть серьезные, тяжкие последствия, такие как [15]:

- частичное либо полное разрушение здания;
- травмирование либо гибель персонала;

- повреждение либо уничтожение находящегося внутри насосного зала оборудования;
- возникновение пожара;
- выход из строя системы автоматического пожаротушения, при повреждении взрывной волной установленных внутри насосного зала пеногенераторов;
- затрудненное тушение пожара подразделениями пожарной охраны при наличии горения в образовавшихся завалах;
- причинение крупного материального ущерба.

В качестве примеров тяжелых негативных последствий при взрывах газовоздушной смеси на взрывоопасных производственных объектах, как в России, так и за ее пределами можно привести следующие наиболее резонансные происшествия:

- 1) В марте 1971 года на заводе радио – и телевизионных футляров расположенном в городе Минск, из-за скопления паров лакокрасочных веществ произошел взрыв, несколько человек погибло, здание было частично разрушено.
- 2) В августе 1990 года на нефтеперерабатывающем заводе. в городе Ярославле произошел взрыв компрессорной станции, в результате чего возник пожар и погибло шесть человек.
- 3) В июле 2003 года в городе Укмярге (Литва), в одном из цехов завода по производству строительных материалов из-за скопившегося в цехе газа произошел взрыв и пожар, травмы получили 10 работников.
- 4) В августе 2004 года в городе Санкт Петербург на предприятии компании «Фармокон» произошел взрыв и возгорание, травмы получили более 30 человек.
- 5) В ноябре 2012 года в Харьковской области, при производстве работ в одном из зданий «Червонодонецкой» компрессорной станции при

проведении работ произошел взрыв газовой смеси, травмы получили шесть работников.

- 6) В феврале 2013 года, в городе Гуйян (КНР), в результате утечки толуола и метанола на химическом заводе произошел взрыв, погибли 21 человек.
- 7) В марте 2014 года в одном из цехов Омского завода синтетического каучука произошел взрыв газовой смеси, и начался пожар, в результате чего пострадало 11 человек.

Перечень происшествий связанных с взрывами и пожарами на взрывоопасных объектах можно продолжать бесконечно. Из предоставленных примеров, можно сделать вывод, что проблемы обеспечения взрывобезопасности зданий и сооружений являются актуальными не только в России, но и в других странах.

С целью обеспечения взрывобезопасности помещения насосного зала НПС-3 ЛПДС «Уват», необходимо провести усовершенствование системы обеспечения пожарной безопасности. Усовершенствование системы пожарной безопасности может быть реализовано путем установки в ограждающие конструкции насосного зала новых типов легкобрасываемых ограждающих конструкций.

В связи с тем, что НПС-3 является действующим производственным объектом, обеспечивающим перекачку нефти по магистральному трубопроводу конструктивное исполнение новых типов ЛСК должно обеспечивать возможность их внедрения без проведения полной реконструкции здания НПС, которая приведет к остановке НПС на длительный срок. В свою очередь остановка НПС на длительный срок может вызвать экономические потери вследствие уменьшения объема перекачиваемой нефти и увеличение нагрузки на другие НПС задействованные в технологическом процессе.

2.3 Определение требуемой площади проемов для установки легкобрасываемых ограждающих конструкций

С помощью методики, изложенной в рекомендациях по расчету параметров легкобрасываемых конструкций для взрывопожароопасных помещений промышленных объектов [14] рассчитаем площадь легкобрасываемых конструкций, необходимых для насосного зала НПС-3. Для проведения расчета используем параметры НПС-3.

Требуемая площадь открытых проемов необходимых для сброса избыточного давления взрыва рассчитывается по формуле (2.4):

$$S_{\text{откр.тр}} = \frac{0,105 U_{н.р} \cdot \alpha (\square c - 1) \beta_{\mu} \cdot K_{\phi} \sqrt[3]{V_{\text{св}}^2 \cdot \sqrt{P_0}}}{\sqrt{\Delta P_{\text{доп}}}}, \quad (2.4)$$

где $U_{н.р}$ – скорость распространения пламени м/с для обращающихся в технологическом процессе веществ и материалов;

α – показатель определяющий интенсификацию взрывного горения;

$\square c$ – расчетный показатель степени сжатия продуктов горения при взрыве в помещении;

β_{μ} – показатель определяющий заполнение помещения взрывоопасной смесью;

K_{ϕ} – показатель учитывающий влияние геометрических размеров (формы) помещения и эффект истечения продуктов горения;

$V_{\text{св}}$ – объем помещения свободный от оборудования и строительных конструкций м³;

ρ_0 – плотность газа в замкнутом объеме перед ее воспламенением, м³;

$\Delta P_{\text{доп}}$ – принятое допустимое избыточное давление в замкнутом объеме помещения при взрыве, кПа.

Параметры помещения насосного зала НПС-3: длина $a_{п}$ и ширина $b_{п}$ помещения составляют соответственно 60 и 9 м., расчетная высота помещения $h_{п} = 7,5$ м.

Геометрический объем помещения $V_{пом}$ определяем по формуле (2.5):

$$V_{пом} = a_{п} \cdot b_{п} \cdot h_{п}, \quad (2.5)$$

$$V_{пом} = 60 \cdot 9 \cdot 7.5 = 4050 \text{ м}^3$$

Свободный объем помещения рассчитываем по формуле (2.6):

$$V_{св} = V_{пом} \cdot (1 - 0,01 \cdot \theta), \quad (2.6)$$

$$V_{св} = 4050 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) = 3240 \text{ м}^3.$$

где $V_{пом}$ – полный объем помещения, м^3 , определяемый по формуле 1.4;

θ – степень загроможденности помещения оборудованием и элементами строительных конструкций [10].

В соответствии с примечанием к таблице 1 [10], принимаем, что объем имеющегося в помещении насосного зала НПС - 3 технологического оборудования и конструктивных элементов здания составляет 20 % от общего объема помещения. При этом объем крупногабаритного оборудования составляет 60 %, а малогабаритного 40 %.

В случае аварии в помещении насосного зала НПС-3 может образоваться взрывоопасная концентрация, представляющая собой смесь метана с воздухом.

До момента воспламенения взрывоопасной смеси, давление в помещении принимаем равным $p_0 = 101,3$ кПа, а температуру в помещении принимаем равной $t_0 = 20$ °С.

Коэффициент заполнения помещения взрывоопасной смесью, $\mu_v = 1$.

В соответствии с имеющимися данными [10] принимаем характеристики горючей смеси:

$$\rho_{\text{max}} = 1,13 \text{ кг/м}^3;$$

$$\square \rho_{\text{max}} = 7,6;$$

$$\square c_{\text{max}} = 9,1;$$

$$U_{\text{нmax}} = 0,28 \text{ м/с};$$

$$\rho_{\text{НКПР}} = 1,15 \text{ кг/м}^3;$$

$$\square \rho_{\text{НКПР}} = 5,0;$$

$$\square c_{\text{НКПР}} = 6,0.$$

Расчетную нормальную скорость распространения пламени $U_{\text{н.р}}$ определяем по формуле(2.7):

$$U_{\text{н.р}} = 0,55 U_{\text{нmax}}, \quad (2.7)$$

$$U_{\text{н.р}} = 0,55 \cdot 0,28 = 0,154 \text{ м/с}.$$

Расчетную плотность газа в помещении насосного зала перед воспламенением смеси рассчитываем по формуле (2.8):

$$\rho_0 = \frac{0,5367 \mu v^* (\rho_{\text{НКПР}} + \rho_{\text{max}})}{1 + 0,00367 t_0} + (1 - \mu v^*) \frac{1,294}{1 + 0,00367 t_0'} \quad (2.8)$$

$$\rho_0 = \frac{0,5367 \cdot 1 (1,15 + 1,13)}{1 + 0,00367 \cdot 20} + (1 - 1) \frac{1,294}{1 + 0,00367 \cdot 20} = 2,34$$

Степень сжатия находящихся в помещении насосного зала НПС-3 продуктов горения определяем по формуле (2.9):

$$\square c = (\square c_{\text{НКПР}} + \square c_{\text{max}} = 9,1), \quad (2.9)$$

$$\square c = (6 + 9,1) = 7,55.$$

Объем помещения V , в котором происходит горение взрывоопасной смеси определяем по формуле(2.10):

$$V_{\text{пл}} = 0,5 \mu v V_{\text{пом}}(\square_{\text{рНКПР}} + \square_{\text{рmax}}), \quad (2.10)$$

$$V_{\text{пл}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 4050 \cdot (5,0 + 7,6) = 25515 \text{ м}^3,$$

$$V = V_{\text{пом}} = 4050.$$

Показатель интенсификации взрывного горения α определяется по табл. 1 [14], линейной интерполяцией, в с учетом показателей наличия в насосном зале технологического оборудования и строительных конструкций θ_3 , и объема помещения насосного зала V , где происходит горение:

- для малогабаритных - $\theta_3 = 20 \%$:

$$\alpha = 10 + \frac{(18 - 10) \cdot (3240 - 1000)}{10000 - 1000} = 12,49;$$

- для крупных строительных конструкций и технологического оборудования - $\theta_3 = 20 \%$:

$$\alpha = 6 + \frac{(10 - 6) \cdot (3240 - 1000)}{10000 - 1000} = 7,0;$$

$$\alpha = 0,6 \cdot 7 + 0,4 \cdot 12,49 = 9,1$$

В соответствии с [10] коэффициент $\beta_{\mu} = 1$.

Для проведения расчётов допустимое давление при взрыве в помещении насосного зала НПС-3 принимаем равным 5 кПа.

Коэффициент оказывающий влияние геометрических размеров насосного зала и эффект истечения продуктов горения рассчитываем по формуле (2.11):

$$K\phi = \frac{0,5 (b_n^2 + h_n^2)}{\sqrt[3]{V_{\text{пом}}^2}}, \quad (2.11)$$

$$K_{\phi} = \frac{0,5 (9^2 + 7,5^2)}{\sqrt[3]{4050^2}} = 0,270$$

Расчёт требуемой площади проемов, необходимых для установки легкобрасываемых конструкций m^2 , для защиты помещения насосного зала НПС-3, определяем по формуле (2.12):

$$S_{\text{откр.тр}} = \frac{0,105 U_{н.р} \alpha (\square_c - 1) \beta_{\mu} \cdot K_{\phi} \sqrt[3]{V_{\text{св}}^2} \cdot \sqrt{\rho_0}}{\sqrt{\Delta P_{\text{доп}}}} \quad (2.12)$$

$$S_{\text{откр.тр}} = \frac{0,105 \cdot 0,154 \cdot 9,1 (7,55 - 1) \cdot 1 \cdot 0,270 \sqrt[3]{3240^2} \cdot \sqrt{2,34}}{\sqrt{5}} = 39,35 \text{ м}^2$$

Расчетную видимую скорость распространения пламени определяем по формуле (2.13):

$$U_p = 0,5 \alpha U_{н.р} (\square_{\text{рНКПР}} + \square_{\text{рmax}}), \quad (2.13)$$

$$U_p = 0,5 \cdot 9,1 \cdot 0,154 (5,0 + 7,6) = 8,82.$$

Так как $U_p < 65$ м/с, для снижения избыточного давления взрыва в помещении насосного зала НПС-3 возможно использование легкобрасываемых ограждающих конструкций [14].

Расчетом установлено, что необходимая площадь открытых проемов в наружном ограждении, помещения насосного зала НПС-3 составляет 39,35 m^2 , при этом общая площадь имеющегося остекления составляет 142,1 m^2 . Таким образом, имеется возможность эффективного использования остекления насосного зала НПС-3 для сброса избыточного давления при взрыве.

2.4 Разработка проекта технического решения, направленного на защиту насосного зала НПС-3 при внутреннем дефлаграционном взрыве

Техническим решением для защиты помещения насосного зала от разрушений при возникновении внутреннего дефлаграционного взрыва является установка в имеющиеся оконные проемы легкобрасываемых конструкции, отвечающих предъявляемым требованиям.

В качестве легкобрасываемой конструкции могут быть использованы поворотные конструкции, представляющие собой поворотную створку, которая при воздействии избыточного давления открывается наружу за счет вращения вокруг оси и смещаемые ЛСК. В качестве смещаемых ЛСК можно использовать стеклопакеты определенных размеров, выпадающие наружу здания при избыточном давлении. При этом предохранительные запорные устройства не требуют ручного вскрытия или использования дополнительного источника энергии, срабатывая под действием только давления взрыва [14].

Для принятия соответствующего решения о применении того или иного вида известных легкобрасываемых конструкций для защиты помещения насосного зала НПС-3, необходимо провести сравнение их основных характеристик, при этом необходимую площадь ЛСК необходимо определить расчетом [14].

В связи с тем, что имеющаяся площадь оконных проемов составляет больше требуемой расчетной площади проемов необходимых для сброса избыточного давления при взрыве, проводим сравнение основных характеристик существующих видов оконных конструкций, применяемых в качестве ЛСК.

Конструктивные решения, при которых используется глухое остекление, в качестве разрушаемых ЛСК используются с момента принятия требований о необходимости защиты взрывоопасных объектов путем установки в их ограждение легкобрасываемых конструкций. Данное решение является более простым и с точки зрения экономики менее затратным. Кроме того, данные конструкции полностью соответствуют требованиям пожарной безопасности предъявляемым к данным

конструкциям, однако в целях повышения эффективности его вскрытия остекление должно выполняться в один ряд.

Существенным недостатком данной конструкции является высокая теплопроводность одинарного остекления, низкая устойчивость к механическим повреждениям и ветровой нагрузке. Кроме того, в ходе исследования установлено, что дверные проемы помещения насосного зала практически вплотную примыкают к оконным проемам, в результате чего пути эвакуации проходят в зоне опасного воздействия при раскрытии легкобрасываемых конструкций, что неминуемо приведет к травмированию персонала осколками стекла.

Применение в качестве ЛСК конструкций с вращаемыми створками оконных переплетов, оборудованных шарнирами более удобны в эксплуатации, вместе с тем данное техническое решение является более сложным и дорогостоящим по причине наличия большого количества шарниров и разрушаемых элементов. Кроме того, элементы оконных конструкций к которым осуществляется крепление шарниров, снижают площадь имеющихся проемов, что влечет за собой повышение избыточного давления взрыва в защищаемом помещении.

Применение дверных проемов, а также стеновых панелей в качестве проекта технического решения по обеспечению насосного зала НПС-3 легкобрасываемыми конструкциями не рассматриваем, так как применение указанных конструкций допускается только в случае недостаточности площади остекления защищаемого помещения, кроме того замена остекления на стеновые панели значительно понизит уровень освещения в помещении.

В качестве проекта технического решения для защиты помещения насосного зала НПС-3, принимаем установку в оконные проемы, смещаемых ЛСК в виде оконных блоков. По сравнению с ЛСК, где применяются стекла глухого одинарного остекления, данная конструкция снижает теплопроводность, отсутствует угроза травмирования персонала осколками стекла при взрыве, за счет наличия стеклопакета повышается уровень защиты

от механических повреждений. По сравнению с ЛСК оборудованными вращаемыми створками оконных переплетов, смещаемые конструкции более просты в эксплуатации, и при взрыве обеспечивают большую площадь проема для сброса избыточного давления, за счет отсутствия конструкций необходимых для крепления поворотных шарниров.

В качестве проекта технического решения для защиты насосного зала НПС-3 принимаем легкобрасываемую конструкцию на базе блока оконного из алюминиевого сплава, Патент на полезную модель №: 164517; МПК E06B; опубликовано 10 сентября 2016 года [37].

Легкобрасываемая конструкция на базе блока оконного из алюминиевого сплава, позволяет снизить при взрыве избыточное давление в замкнутом объеме защищаемого помещения. Данная конструкция обеспечивает надежное крепление оконных блоков, выполненных из различных материалов в том числе из блоков, изготовленных из алюминиевого сплава для защиты помещений имеющих взрывоопасную категорию.

Конструкция характеризуется повышенной надежностью работы при нормальном давлении, повышенными эксплуатационными качествами и безопасностью при эксплуатации. Конструкция обеспечивает надежность эксплуатации, при ветровых нагрузках, которые могут повлечь за собой разрушение элементов узлов крепления. Вместе с этим разрушаемые узлы крепления обеспечивают безопасность при возникновении в помещении избыточного давления, возникающего при взрыве. Конструкция содержит, не менее, двух тросовых страховочных устройства, выполненных в виде стальных тросов. Тросовые страховочные устройства фиксируются с одной стороны в монтажном проеме здания, а с другой надежно закрепляются на раме легкобрасываемой конструкции. Распорные втулки разрушаемых узлов крепления установлены с возможностью исключения возникновения контакта базовых элементов и элементов крепления, выполненных в виде шпилек, каждая из которых

жестко закреплена одним концом с рамой посредством гайки-заклепки, а вторым концом жестко связана с разрушаемым элементом, оснащенным пружинным фиксатором и защитным колпачком.

Технический результат, обеспечиваемый данной легкобрасываемой конструкцией, состоит в повышенной надежности самой конструкции, обеспечении безопасной эксплуатации при ветровых нагрузках, которые могут повлечь разрушение элементов и узлов крепления, повышенной надежности конструкции при нормальном атмосферном давлении. В случае возникновения взрыва в защищаемом помещении, избыточное давление воздействует на оконную конструкцию, разрушается узел ее крепления. Оконная конструкция под действием избыточного давления смещается наружу освобождая оконный проем, в следствие чего, осуществляется сброс избыточного давления [37]. Схема легкобрасываемой конструкции на базе блока оконного из алюминиевого сплава приведена в приложении А Схема легкобрасываемой конструкции на базе блока оконного из алюминиевого сплава (рисунок А.1).

3 Оценка эффективности применения легкобрасываемых конструкций на базе оконных блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами с разрушающимися узлами крепления

3.1 Факторы, влияющие на определение максимального давления дефлаграционного взрыва

В соответствии с рекомендациями [14] допустимое избыточное давление в помещении должно приниматься 5 кПа (509 кгс/м²), допустимое избыточное давление в 3 кПа (309 кгс/м²), принимается для медленно горящих сред $U_{нmax} \leq 0,15$ м/с. Необходимо отметить, что принимаемое

значение в 5 кПа не является обязательной и постоянной величиной, так как допустимое давление принимаемое для того или иного здания должно определяться исходя из фактических конструктивных особенностей конкретного здания или сооружения в отношении которого проводятся расчеты. В данном случае положения рекомендаций учитывают только предел прочности конструкций здания, но не учитывают возможность повреждения имеющегося в помещении оборудования, которое должно сохранять свою работоспособность и выполнять свои функции после воздействия на него избыточного давления взрыва. Пособие [15], классифицирует повреждения зданий и сооружений на слабую, среднюю и сильную степень разрушений. При избыточном давлении взрыва в 2-5 кПа происходит слабая степень разрушения, которая выражается, в том числе в повреждении трубопроводов на стыках, их деформации, повреждении контрольно-измерительных приборов, а также разрыв линий электропередач. К такому оборудованию относится имеющаяся в насосном зале НПС-3 система автоматического пожаротушения, а именно трубопроводы системы пожаротушения и пеногенераторы «ДВПЭ 200» установленные в насосном зале не имеющие защиты от механических повреждений рисунок. В случае повреждения пеногенераторов при допустимом избыточном давлении в 5 кПа (509 кгс/м^2), тушение пожара в помещении насосного зала с помощью установки автоматического пожаротушения будет невозможно, что приведет к быстрому распространению огня и полному уничтожению здания НПС-3. Схема установки пеногенераторов 1,2,3,4, приведена на рисунке 3.1. Общий вид пеногенератора марки «ДВПЭ 200» приведен на рисунке 3.2.

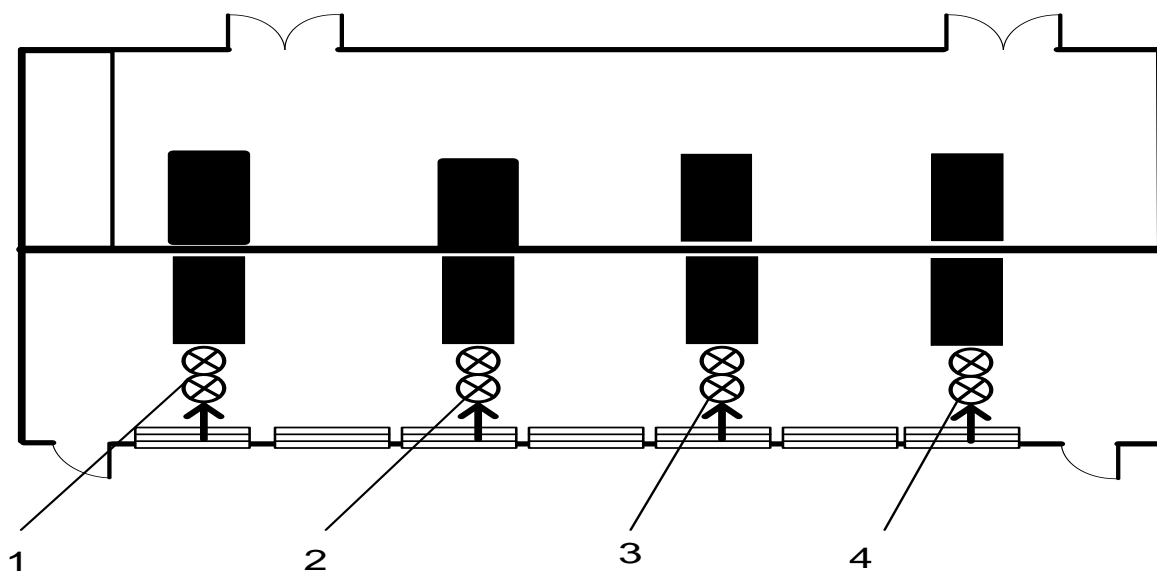


Рисунок 3.1 - Схема установки пеногенераторов в помещении насосного зала

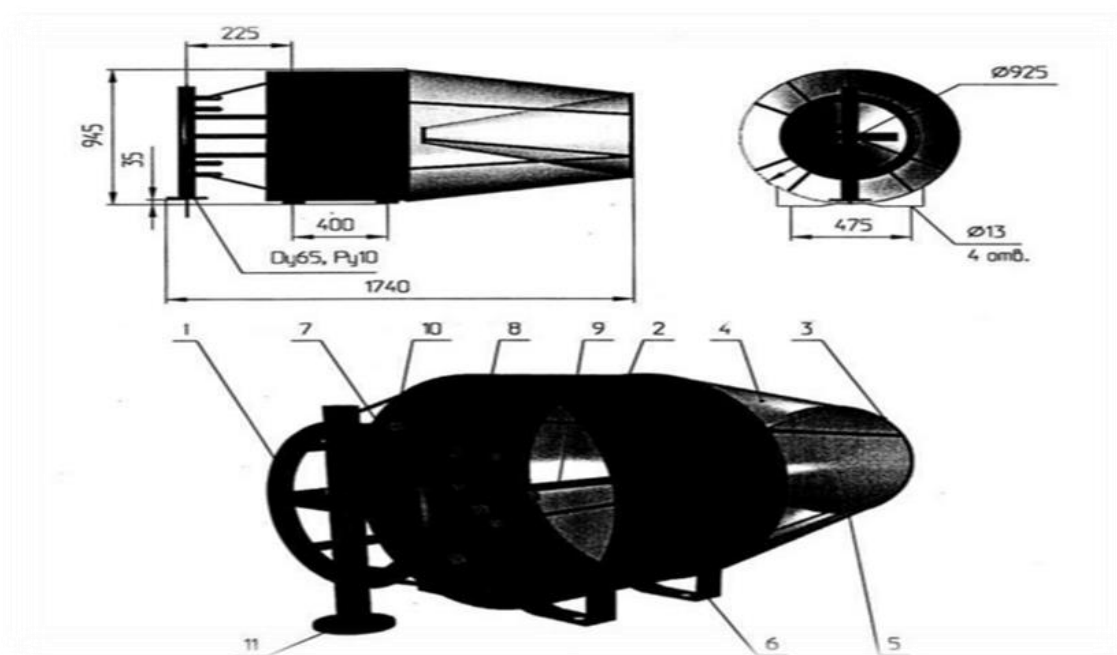


Рисунок 3.2 - Генератор полидисперсный высокократной пены
дымоустойчивый эжекционный «ДВПЭ-200»

Генератор высокократной пены состоит: поз. (1) распределитель пенораствора, (2) корпус, (3) направляющее устройство, (4) внешняя коническая сетка, (5) внутренняя коническая сетка, (6) опора, (7) отвод (8 шт.), (8) отвод (4 шт.), (9) отвод, (10) сопло (13 шт.), (11) фланец.

При срабатывании системы автоматического пожаротушения водный раствор пенообразователя подающийся по трубопроводам под давлением заполняет каналы распределителя пенорствора поз. (1), и проходя через сопла поз. (10) на отводах поз. (7,8,9), преобразуется в распыленные струи. Верхняя часть корпуса поз. (2), выполняет роль первичной камеры смешивания, где за счет эжекции происходит насыщение воздухом распыленных струй раствора пенообразователя. При попадании струй на сетчатые поверхности направляющего устройства поз. (3) в момент прохождения через отверстия сеток происходит вторичная эжекция воздуха в раствор пенообразователя и образуется множество пузырьков пены высокой кратности, которая заполняет пространство защищаемого помещения.

В случае повреждения сетчатого направляющего устройства, либо повреждения иных элементов пеногенератора, образование пены высокой кратности будет невозможно.

Необходимо отметить, что при взрыве с последующим возгоранием нефти повреждения могут получить не только элементы системы автоматического пожаротушения, но и элементы строительных конструкций здания и иного оборудования находящегося в помещении насосного зала. Все поврежденные конструкции будут смыты потоком нефти в приемный колодец, через который нефть стекает в подземные емкости, что приведет к его засорению. Поскольку время полного закрытия электроприводных задвижек занимает несколько минут, до момента их полного закрытия нефть под давлением будет поступать в помещение насосного зала. Засорение приемного колодца приведет к выходу горячей нефти через дверные проемы за пределы помещения, в результате чего тушение пожара подразделениями пожарной охраны будет затруднено.

Для сохранения в работоспособном состоянии элементов системы автоматического пожаротушения, минимизации иных негативных последствий, в качестве допустимого избыточного давления необходимо

принять максимальное давление не более 3 кПа, и повторно провести расчет требуемой площади легкобрасываемых ограждающих конструкций.

3.2 Расчет требуемой площади проемов и определение мест установки легкобрасываемых конструкций

Требуемую площадь проемов m^2 необходимую для установки легкобрасываемых конструкций для защиты помещения насосного зала НПС-3, при которой давление взрыва не превысит значение в 3 кПа, повторно определяем по формуле (2.4):

$$S_{\text{откр.тр}} = \frac{0,105 U_{\text{н.р}} \alpha(\square_c - 1) \beta_{\mu} \cdot K_{\phi} \sqrt[3]{V_{\text{св}}^2} \cdot \sqrt{\rho_0}}{\sqrt{\Delta P_{\text{доп}}}} \quad (2.4)$$

$$S_{\text{откр.тр}} = \frac{0,105 \cdot 0,154 \cdot 9,1 (7,55 - 1) \cdot 1 \cdot 0,270 \sqrt[3]{3240^2} \cdot \sqrt{2,34}}{\sqrt{3}} = 50,32 \text{ м}^2$$

В соответствии с проведенными расчетами для обеспечения взрывозащищенности НПС-3 требуемая расчетная площадь проемов в ограждении здания должна составлять не менее 50,32 m^2 .

В соответствии с пособием [15], предохранительные конструкции должны размещаться вблизи мест возможного воспламенения горючей смеси, при этом предохранительные конструкции необходимо равномерно располагать по площади стен помещения так как при дефлаграционном взрыве давление в замкнутом пространстве будет одинаковым в каждой точке помещения.

С целью обеспечения равномерного сброса избыточного давления, за требуемую площадь легкобрасываемых конструкций принимаем общую площадь остекления насосного зала, размещенную в нижней части фасада составляющую 98 m^2 . При этом имеющаяся площадь проемов остекления,

размещенная в нижней части фасада здания превышает требуемую (расчетную) площадь ЛСК на 45,2 % рисунок 3.3 поз. (1), при этом верхний ряд оконных проемов (3) и дверные проемы (2) для установки ЛСК не используем.

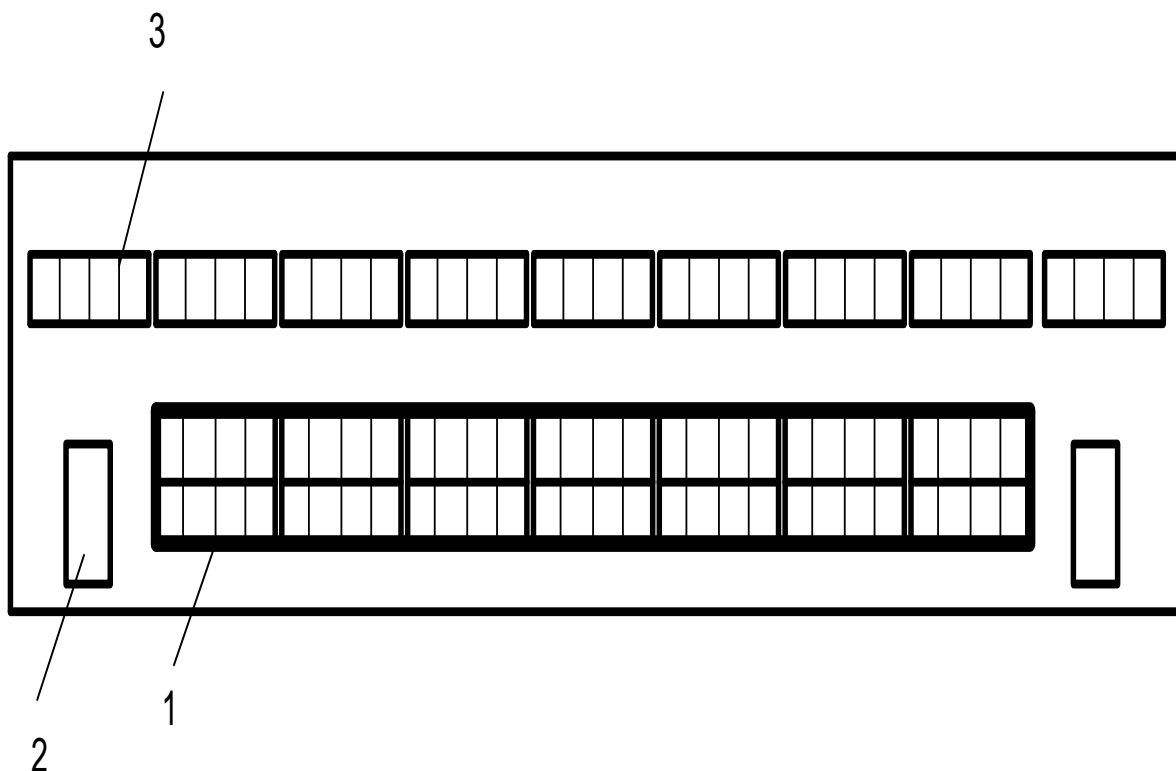


Рисунок 3.3 - Фасад насосного зала НПС-3, с указанием оконных проемов, предназначенных для размещения ЛСК

В качестве проекта технического решения принимаем легкобрасываемую смещаемую конструкцию на базе блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами с разрушающимися узлами крепления. Преимущество данного типа ЛСК перед другими типами (видами) легкобрасываемых конструкций выражается низким весом оконного блока, отсутствием необходимости установки массивных элементов крепления, снижающих площадь оконных проемов, а также наличием тросового страховочного устройства, обеспечивающего безопасность, как в процессе эксплуатации конструкции, так и при взрыве

внутри помещения. Двойное остекление, выполненное в виде стеклопакета, обеспечивает поддержание требуемой температуры внутри помещения в результате чего снижаются затраты на отопление.

3.3 Определение соответствия оконной конструкции требованиям нормативных документов

Оконные конструкции легкобрасываемые, применяемые для защиты зданий от воздействия избыточного давления взрыва должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 56288-2014 «Конструкции светопрозрачные легкобрасываемые для зданий» [6]. Эффективность применяемых конструкций оценивается путем оценки соответствия их элементов требованиям ГОСТ Р [7].

Применяемые в качестве ЛСК смещаемые оконные конструкции, должны иметь в своем составе разрушаемые узлы и элементы, освобождающие смещаемый элемент при воздействии на него избыточного давления. При этом разрушающиеся элементы при достижении в помещении избыточного давления должны разрушиться, а смещаемый элемент под действием давления взрыва должен сместиться наружу [6].

Конструктивное исполнение любой легкобрасываемой оконной конструкции должно обеспечивать ее надежную эксплуатацию в диапазоне температур от минус 30°C, до плюс 45°C. Запорные устройства (разрушаемые элементы) смещаемой оконной конструкции должны обеспечить полное освобождение сбросного проема от смещаемого элемента. Предохранительные запорные устройства для вскрытия смещаемого элемента не должны использовать дополнительных источников энергии, вскрытие конструкции должно осуществляться, используя только энергию аварийного взрыва газовойоздушной горючей смеси.

Функционирование легкобрасываемой конструкции осуществляется за счет установки предохранительного запорного устройства (разрушаемого элемента). В качестве светопрозрачной части легкобрасываемой оконной

конструкции допускается применение листового стекла и стеклопакетов. При этом параметры применяемых стекол принимаются для каждой конструкции отдельно с учетом ветровых нагрузок, воздействующих на нее при эксплуатации, а также ее габаритных размеров и параметров принятого остекления.

3.4 Определение безотказности срабатывания предохранительных запорных устройств

Безотказность срабатывания запорных устройств (разрушаемых элементов) обеспечивающих вскрытие ЛСК контролируют путем проведения испытаний по ГОСТ Р 63689 [7]. Исследования соответствия легкобрасываемой конструкции базе блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами с разрушающимися узлами крепления проведены Федеральным государственным бюджетным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный университет» Институт комплексной безопасности в строительстве. Протокол сертификационных испытаний 18-05-04/2ДС-ИКБС от 04.05.2018 года.

Образец для испытаний представлял собой легкобрасываемую конструкцию на базе оконных блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами с разрушающимися узлами крепления, размерами 1550 x 1250 мм. Принцип действия данной конструкции основан на разрушении предохранительных запорных устройств от воздействия на оконный блок силы избыточного давления взрыва, со смещением его наружу без использования дополнительного источника энергии.

Испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56289-1014 «Конструкции светопрозрачные легкобрасываемые для зданий, Методы испытаний на воздействие внутреннего аварийного взрыва» [7].

Результаты проведенных испытаний оценивались по значению избыточного давления вскрытия ЛСК и характеру его разрушения.

Образец считается прошедшим испытания в случае соответствия результатов испытания следующим условиям:

- образец не получил разрушений, не предусмотренных ГОСТ и технической документации на данную модель;
- предохранительные запорные устройства конструкции обеспечили полное освобождение сбросного проема от смещаемого элемента;
- элемент при испытаниях не потребовал дополнительной энергии для его смещения наружу.

Обеспечена безотказность срабатывания запорных устройств:

- запорные устройства при достижении заданного избыточного давления обеспечили сброс смещаемого элемента наружу.

Условия проведения исследований.

Испытания проводились при параметрах окружающей среды:

- Температура окружающей среда – 12,0 °С;
- атмосферное давление – 101,9 кПа;
- относительная влажность воздуха – 20%.

Процедура испытаний:

1. Монтаж образца в испытательной раме, проверка геометрии и герметизация проема;
2. Установка и закрепление тросового страховочного устройства на раму оконного блока;
3. Установка на оконный блок крепежных и разрушаемых элементов;
4. После монтажа образца во взрывную камеру подавалось необходимое количество горючего газа. Контроль концентрации осуществлялся с помощью газоанализатора. Подача газа прекращалась после создания необходимой концентрации газовой смеси;
5. Воспламенение горючей смеси осуществлялось не позднее чем через 30 секунд после прекращения подачи газа.

В процессе проведения испытаний осуществлялась регистрация следующих параметров:

- изменение избыточного давления во времени внутри взрывной камеры;
- процесс освобождения сбросного отверстия взрывной камеры от смещаемого элемента ЛСК;
- характер разрушения образца.

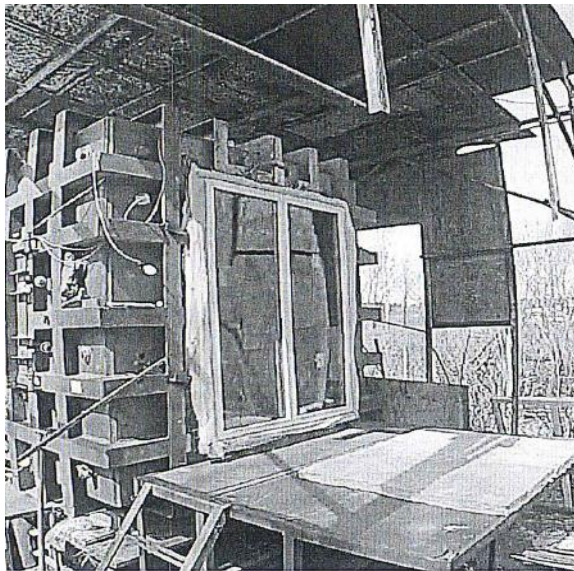
Перечень оборудования и средств измерений, используемых в ходе проведения испытаний предоставлен в приложении Б Перечень оборудования и средств измерения, используемого в ходе проведения испытаний. Результаты испытаний (таблица Б.1).

Результаты испытаний приведены в приложении Б Перечень оборудования и средств измерения, используемого в ходе проведения испытаний. Результаты испытаний (таблица Б.2).

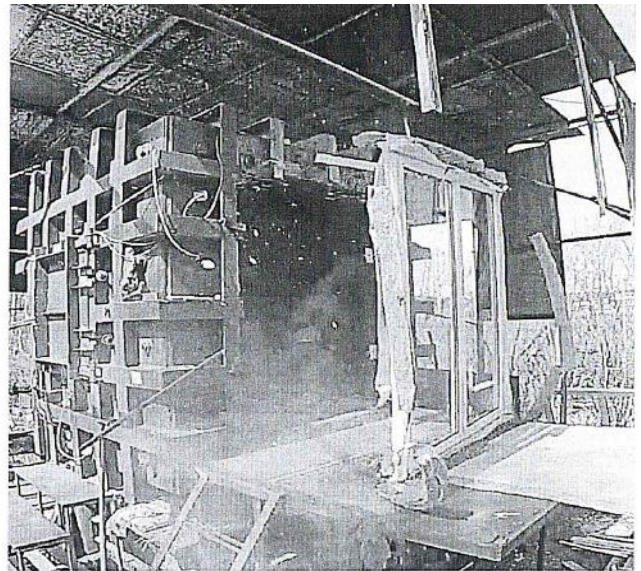
Поведение образца при проведении испытания представлены на рисунках (3.4-3.5).



Рисунок 3.4 - Момент инициирования горения. Начало вскрытия ЛСК



Освобождение сбросного проема от ЛСК
(406 мс)



Полное освобождение сбросного проема, догорание газо-
воздушной смеси внутри взрывной камеры (664 мс)

Рисунок 3.5 - Момент освобождения сбросного проема. Полное освобождение сбросного проема

Вывод по результатам испытания

Испытание образца Конструкции легкосбрасываемой смещаемой на базе блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами с разрушающимися узлами крепления типа, монтируемые согласно ТУ 25.11.23-002-32732259-2018 показали свою работоспособность, то есть возможность освобождения сбросного проема в результате воздействия избыточного давления вследствие внутреннего дефлаграционного взрыва газопаровоздушной смеси. Фактическое значение избыточного давления вскрытия ЛСК составило 1.8 кПа, соответственно при определении допустимого избыточного давления в 3 кПа, данная конструкция обеспечит взрывобезопасность защищаемого помещения.

Решение о необходимости понижения допустимого избыточного давления подтверждается результатами проведенных испытаний так как после вскрытия легкосбрасываемой конструкции, при достижении давления 1.8 кПа давление в испытательной камере на доли секунды продолжало увеличиваться. Данное явление в реальных условиях может привести к

негативным последствиям, поэтому принятое решение о необходимости снижения допустимого избыточного давления в защищаемом помещении с 5 кПа, до 3 кПа является обоснованным.

3.5 Определение требуемых параметров легкобрасываемых конструкций, для защиты помещения насосного зала НПС-3 ЛДС «Уват»

К основным параметрам, влияющим на эффективность вскрытия ЛСК, относится:

- Площадь легкобрасываемых конструкций;
- Коэффициент надёжности разрушаемых узлов крепления по отрицательным ветровым нагрузкам;
- Избыточное давление, при котором осуществляется вскрытие разрушаемых элементов.

Требуемая площадь проемов для установки легкобрасываемых конструкций определена расчетом и составляет 50,32 м². С целью обеспечения равномерного сброса избыточного давления, за требуемую площадь легкобрасываемых конструкций принята общая площадь остекления насосного зала, размещенная в нижней части фасада составляющая 98 м².

В имеющиеся проемы установлены окна с двойным остеклением имеющие размеры: ширина каждого проема, расположенного в нижней части фасада составляет 7,0 м., высота проема составляет 2,0 м., общая площадь одного оконного блока составляет 14 м². Всего в нижней части фасада установлено 7 оконных блоков, общей площадью 98 м².

Показатели необходимые для определения параметров применяемого остекления в качестве легкобрасываемых ограждающих конструкций приведены в таблице 3.1 [6].

Таблица 3.1 - Показатели для определения параметров применяемого стекла

Размеры принятого остекления по высоте, мм.	Классификация конструкций по сопротивлению ветровой нагрузке в соответствии с ГОСТ 23166	Размер остекления по ширине, мм.	
		До 700	Свыше 700 до 1000
До 1000	А	4	5
Свыше 1000 до 1300	А	5	5
Свыше 1300 до 1600	А	5	6
Свыше 1600 до 1800	А	6	6

В соответствии с таблицей 3.1, параметры остекления ограничиваются значениями ширины остекления как по высоте, так и по ширине. Размер остекления по высоте не может быть более 1800 мм, а размер остекления по ширине не может быть более 1000 мм. При этом оконные конструкции, применяемые для защиты помещения должны иметь одинаковые параметры.

Поскольку высота имеющихся оконных проемов составляет 2,0 метра, а ширина 7,0 метров, в качестве элементов ЛСК принимаем 7 оконных конструкций имеющих одинаковые размеры шириной 1 метр, высотой 2 метра. Поскольку высота стекла по высоте в соответствии с таблицей 3.3 не может быть более 1800 мм, остекление (2) в оконных конструкциях (1) по высоте разделяем на две равные части, общий вид одного элемента ЛСК показан на рисунке 3.6.

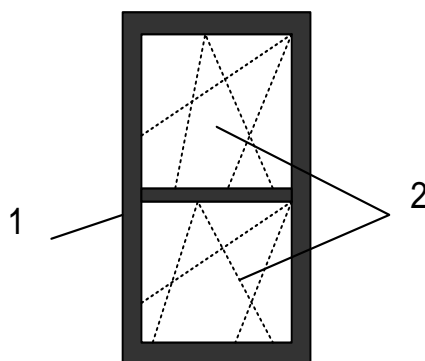


Рисунок 3.6 - Общий вид одного элемента ЛСК

Общий вид одного оконного проема состоящий из семи легкобрасываемых оконных конструкций показан на рисунке 3.7.

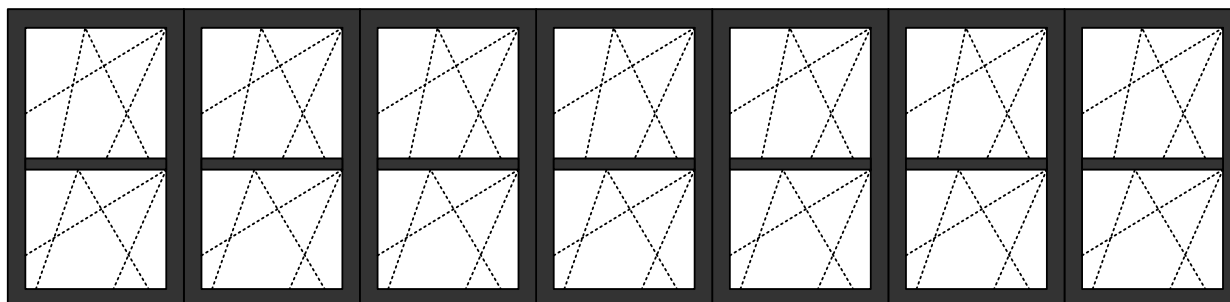


Рисунок 3.7 - Общий вид оконного проема

Применение легкобрасываемых элементов большей площадью влечет за собой увеличение их массы, что может отрицательно сказаться на их работоспособности. Так нормативы США - NFPA 68 [29] и нормативы Европейского союза BS EN 14994 [25] BS EN 14797 [24] в качестве одной из характеристик легкобрасываемых конструкций выделяют малую и большую их массу. Нормативами Европейского союза BS EN 14994 установлено граничное значение в 10 кг/м^2 , нормативами США - NFPA 68 установлено $12,2 \text{ кг/м}^2$ для всех газов и 50 кг/м^2 для бытовых газов. В случае не превышения удельной массы граничных значений инерционность панели не учитывается. В случае превышения удельной массы ЛСК граничных значений осуществляется внесение поправок, но только после экспериментальных проверок. Значения веса 1 м^2 стекла при различной толщине стекла приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Значений веса 1 м^2 при различной толщине стекла

Толщина стекла (мм)	Вес м^2 стекла (кг)
3	7,5
4	10
5	12,5
6	15
8	20
10	25

Так как основную массу оконной конструкции составляет стекло проведем расчет массы одного элемента ЛСК, площадь одного стекла принимаем равной $0,86 \text{ м}^2$ в одном элементе ЛСК установлено 4 стекла, общая площадь стекол составляет $2,92 \text{ м}^2$. соответственно минимальная толщина стекла при данных размерах определяемая по таблице 3.3 составляет 5 мм. Определяем общую массу остекления $2,92 \times 12,5 = 36,5 \text{ кг}$. Соответственно масса одного элемента ЛСК площадью 2 м^2 не превысит 50 кг.

При проведении испытаний легкобрасываемой конструкции базе блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами с разрушающимися узлами крепления в Федеральном государственном бюджетном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный университет» Институт комплексной безопасности в строительстве. Образец для испытаний представлял собой легкобрасываемую конструкцию на базе оконных блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами, с разрушающимися узлами крепления, размерами $1550 \times 1250 \text{ мм}$. Общей площадью $1,937 \text{ м}^2$, испытуемый образец прошел испытания и показал свою работоспособность, в результате воздействия избыточного давления при этом Фактическое значение избыточного давления вскрытия ЛСК составило всего 1.8 кПа. Общая площадь одного элемента легкобрасываемой оконной конструкции принятой в качестве проекта технического решения, для защиты насосного зала НПС-3 составляет 2 м^2 , и практически полностью совпадает с площадью испытуемого образца, соответственно проведение дополнительных испытаний не требуется.

Таким образом принятые элементы легкобрасываемых конструкций для защиты помещения насосного зала НПС-3 должны иметь массу не более 50 кг, и площадь не более 2 м^2 , толщина стекла, применяемого для остекления конструкций должна составлять 5.мм. Одним из главных критериев, предъявляемых к оконным легкобрасываемым конструкциям при

их эксплуатации является их теплопроводность. Для снижения потерь тепла в защищаемом помещении в состав конструкции входит двойное остекление (однокамерный стеклопакет) поскольку применение двухкамерного стеклопакета (тройное остекление) приведет к значительному увеличению массы конструкции и снижению эффективности вскрытия конструкции при взрыве.

3.6 Расчет характеристик разрушаемых элементов узлов крепления

Расчёт характеристик разрушаемых элементов узлов крепления производится по двум граничным условиям:

-Узлы крепления легкобрасываемой конструкции должны обеспечивать надежность ее эксплуатации при воздействии на конструкцию максимально возможных отрицательных ветровых нагрузок w . При расчете учитывается ветровой район, тип местности, высота расположения легкобрасываемой конструкции над уровнем земли, нахождение легкобрасываемой конструкции в угловых участках здания с повышенным отрицательным давлением ветра. Коэффициент надёжности разрушаемых узлов крепления по отрицательным ветровым нагрузкам $\gamma_f \geq 1,4$ [11]. Минимальная расчетная неразрушающая нагрузка на узел крепления обозначается как P_{\min} .

-Узел должен разрушаться при возникновении внутри помещения избыточного давления «вскрытия» $\Delta p_{\text{вскр.}}$. Величина $\Delta p_{\text{вскр.}}$ принимается не более $0,77\Delta P_{\text{доп}}$. Максимальная расчетная разрушающая нагрузка на узел крепления обозначается как P_{\max} .

Контролируемая при испытаниях фактическая величина усилия разрушения разрушаемого элемента узла крепления ($P_{\text{разруш.}}$) должна находиться в интервале:

$$P_{\min} \leq P_{\text{разруш. (min, max)}} \leq P_{\max},$$

Нагрузки P_{\max} на узлы крепления рассчитываются из условия восприятия легкобрасываемой конструкцией равномерно распределенных нагрузок избыточного давления внутри помещения $\Delta p_{\text{вскр}}$. Расчетное давление «вскрытия» ЛСК ($\Delta p_{\text{вскр}}$) принимается равным 2,3кПа.

Нагрузки P_{\min} на узлы крепления рассчитываются из условия восприятия легкобрасываемой конструкцией равномерно распределенных пиковых отрицательных ветровых нагрузок w , с учетом минимального коэффициента надежности $\gamma_f=1,4$.

Расчет пиковой отрицательной ветровой нагрузки w осуществляется по формуле 3.1:

$$w_{(-)} = w_0 \times k \times (1 + \zeta) \times c_{p(-)} \times v_{(-)}, \quad (3.1)$$

где w_0 – нормативное значение ветрового давления, $w_0 = 0,23$ кПа (23,4 кгс/м²) – I ветровой район [11].

k – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления на высоте,
 $k = 0,75$;

ζ – коэффициент, учитывающий изменение пульсаций давления ветра, $\zeta = 0,85$;

$c_{p(-)}$ – пиковое значение аэродинамического коэффициента «отсоса» ($c_{p(-)} = -1,2$, конструкция ЛСК находится вне угловой зоны здания);

$v_{(-)}$ – коэффициент корреляции ветровой нагрузки, соответствующие отрицательному давлению (-), в зависимости от площади ЛСК, с которой собирается ветровая нагрузка $v_{(-)} = 1$;

Определение ветрового района осуществляется в соответствии с СП 20.13330.2016 [11], показатели необходимые для определения ветровых нагрузок приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Показатели для определения ветровых нагрузок

Географическое положение объекта	РФ, Уватский р-н, с. Уват.
Ветровой район	I
Тип местности	«А»
Высота расположения ЛСК над уровнем земли	до 5 м.

Расчет пиковой отрицательной ветровой нагрузки w с учетом минимального коэффициента надежности $\gamma_f = 1,4$ осуществляем по формуле 3.1:

$$w = w_0 \times k \times (1 + \zeta) \times c_p \times v \times \gamma_f = 0,23 \times 0,75 \times [1 + 0,85] \times (-1,2) \times 1 \times 1,40 = - 0,53 \text{ кПа.}$$

Соответственно узлы крепления ЛСК не должны вскрываться под действием пиковой отрицательной ветровой нагрузки равной 0,53 кПа.

Расчет нагрузок P_{\min} и P_{\max} для конкретных узлов крепления выполняется с помощью сертифицированного (сертификат № РОСС RU.СП15.Н00676 от 28.02.2014) программного комплекса для проектирования строительных конструкций СТАРКОН (STARK ES).

Испытания эффективности разрушаемых узлов крепления проведены на разрывной машине в центральной заводской лаборатории ОАО «Опытный завод «Электрон» г. Тюмень. Акт проведения испытания от 15.06.2015 года приложение В. Результаты проведенного испытания представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Результаты испытания разрушаемых узлов крепления

Толщина разрушаемой детали мм.	Усилие разрыва Р кгс.
4,08	76
4.07	74,5

4,08	75
4,08	51
4,05	52

Продолжение таблицы 3.4

Толщина разрушаемой детали мм.	Усилие разрыва Р кгс.
4,1	68,5
4,05	61
4,09	55

Испытания показали, что разрушение узла крепления происходит при восприятии им усилий от 51 до 76 кг в зависимости от толщины разрушаемых деталей.

Общий вид одного элемента легкобрасываемой конструкции на базе блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами, с разрушающимися узлами крепления, для защиты помещения насосного зала НПС-3 ЛПДС «Уват» схематически показан на рисунке 3.8, где (1) оконный блок из алюминиевого сплава, (2) двойное остекление оконного блока, (3) тросовое страховочное устройство в количестве двух штук на один элемент ЛСК, (4) верхняя часть оконного проема (5), нижняя часть оконного проема, (6) кронштейн крепления, (7) шпилька разрушаемого узла крепления в количестве четырех штук на один элемент ЛСК, (8) разрушаемый элемент в количестве четырех штук на один элемент ЛСК.

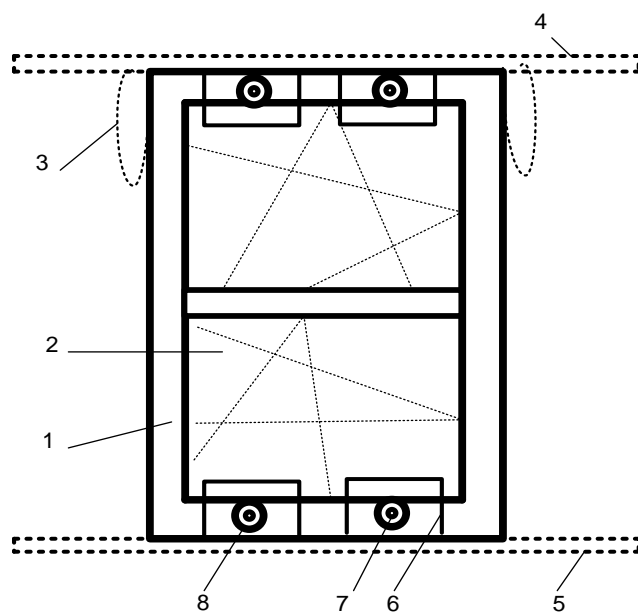


Рисунок 3.8 - Общий вид одного элемента ЛСК

Схема разрушающегося узла крепления приведена в приложении Г Схема разрушающегося узла крепления (рисунок Г.1).

3.7 Характеристики разрушаемых узлов крепления по условиям окружающей среды

Разрушаемый элемент и сопрягаемые с ним детали должны иметь стабильные физико-механические характеристики в интервале температур от минус 30°С, до плюс 70°С, обладать устойчивостью к воздействию слабоагрессивных сред. Долговечность деталей узлов крепления не менее 10 лет.

Характеристики материалов, используемых при изготовлении деталей узлов крепления.

Разрушаемый элемент узла крепления изготавливается из фторопласта марки Ф-4 ГОСТ 10007-80, стержни ТУ 6-05-041-535-74, имеющего следующие характеристики:

- интервал рабочих температур от минус 250⁰С до плюс 260⁰С;
- не горюч;

- химически стоек по всем органическим кислотам, щелочам, органическим растворителям, маслам и другим агрессивным средам;
- долговечность материала 15 лет;
- коэффициент теплопроводности в пределах 0,23-0,25 Вт/(м*К).

Дистанционная втулка узла крепления выполняется из капролона (полиамид 6 блочный) ТУ2224-036-00203803-2012, имеющего следующие характеристики:

- интервал рабочих температур от минус 30⁰С до плюс 80⁰С;
- химически стоек к маслам, органическим кислотам и щелочам;
- обладает низким коэффициентом трения;
- долговечность материала 10 лет.

Шпилька узла крепления изготавливается из стали – сталь 20 ГОСТ 1050-13, имеет антикоррозионное гальваническое покрытие. Минимальная температура эксплуатации до минус 40⁰С.

Фиксатор узла крепления изготавливается из пружинной стали марки 60 С2 или марки 70, имеет антикоррозионное гальваническое покрытие.

Колпачок защитный изготавливается из сополимеров пропилена ГОСТ 26996-86 марки 22030, бесцветного, или аналогов. Температура хрупкости не выше минус 30⁰С.

3.8 Характеристики устройства тросового страховочного

Устройство тросовое страховочное предназначено для предотвращения падения легкобрасываемой конструкции при естественных условиях эксплуатации. Рассчитано на восприятие динамической нагрузки до 300 кгс и длительной статической нагрузки до 200 кгс. В случае возникновения в защищаемом помещении избыточного давления взрыва, тросовое страховочное устройство ограничивает смещение легкобрасываемой конструкции, тем самым предотвращает получение травм персоналом предприятия. Параметры длины тросов устанавливаются с учетом

соблюдения требований к площади открывания проемов легкобрасываемых конструкций. Схема устройства тросового страховочного показана в приложении Д Схема устройства тросового страховочного (рисунок Д.1).

Соответствие заявленных параметров надежности устройства тросового страховочного, подтверждены протоколом испытаний № 53 от 08 сентября 2017 года, проведенных на базе испытательного центра Тюменского некоммерческого фонда сертификации (ТНФС) приложение Е Протокол испытаний устройства тросового страховочного.

Условия безопасной эксплуатации.

В период эксплуатации легкобрасываемых конструкций необходимо соблюдать следующие требования:

- проводить периодический контроль состояния разрушаемых элементов узлов крепления; отметка о проведении контроля должна быть зафиксирована в ведомости планового осмотра разрушаемых узлов крепления легкобрасываемых конструкций – 1 раз в полгода;
- не допускать к проведению работ по техническому обслуживанию узлов крепления не обученный персонал;
- организовать замену пришедших в негодность разрушаемых элементов узлов крепления в течение гарантийного срока эксплуатации;
- по достижении срока эксплуатации организовать работы по продлению срока безопасной эксплуатации легкобрасываемых конструкций;
- в процессе эксплуатации не допускать повреждений и загрязнения рабочих поверхностей деталей разрушаемого узла крепления;
- ограничить доступ людей в потенциально опасные зоны эксплуатации конструкций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что расчет требуемой площади проемов необходимых для установки ЛСК с целью защиты зданий и сооружений от избыточного давления при дефлаграционных взрывах, необходимо проводить в соответствии с положениями имеющихся методик. При расчете необходимо учитывать геометрические параметры помещений, объемы установленного в нем оборудования, физико-химические свойства веществ, обращающихся в технологическом процессе. При расчете требуемой площади остекления без учета параметров помещения, установленного оборудования и свойств веществ, обращающихся в технологическом процессе, площадь проемов, требуемых для установки ЛСК значительно увеличивается, что негативно сказывается на процессе принятия решений об усовершенствовании систем противопожарной защиты зданий и сооружений, несмотря на возможные последствия.

В результате проведенных исследований установлено, что при определении максимального расчетного давления взрыва для расчета требуемой площади ЛСК необходимо учитывать не только конструктивные

особенности зданий, но и конструктивные особенности, и функциональное назначение установленного в здании оборудования. Так для обеспечения работоспособности системы автоматического пожаротушения, исключения возможности повреждения пеногенераторов и трубопроводов системы, расчетное допустимое избыточное давление должно составлять не более 3 кПа. Для снижения допустимого избыточного давления взрыва необходимо увеличить площадь проемов до расчетного значения равного 50,32 м². С целью обеспечения равномерного сброса избыточного давления, за требуемую площадь легкобрасываемых конструкций необходимо принять общую площадь остекления насосного зала, размещенную в нижней части фасада составляющую 98 м². Так как имеющаяся площадь проемов для установки ЛСК, превышает требуемую (расчетную) площадь ЛСК на 45,2 % увеличение площади проемов оборудованных ЛСК приведет к большему понижению максимального избыточного давления при дефлаграционном взрыве, соответственно снизится угроза повреждения конструктивных элементов здания, установленного в нем оборудования, а также снизится угроза для персонала объекта.

Проведенные исследования соответствия легкобрасываемой конструкции базе блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами, с разрушающимися узлами крепления оборудованных тросовыми страховочными устройствами при проведении испытаний доказали свою эффективность. Давление вскрытия ЛСК при проведении испытаний составило 1,8 кПа, при этом допустимое (расчетное) избыточное давление ($\Delta p_{\text{вскр}}$) для защиты насосного зала НПС-3 составляет 2,3кПа, следовательно, разрушаемые узлы крепления обеспечивают сброс ЛСК до момента достижения критического давления взрыва.

Расчет равномерно распределенных пиковых отрицательных ветровых нагрузок w с учетом минимального коэффициента надежности $\gamma_f = 1,4$ показал, что узлы крепления ЛСК не должны вскрываться под действием пиковой отрицательной ветровой нагрузки равной 0,53кПа.

В результате анализа российской и зарубежной литературы установлено, что применение легкобрасываемых элементов большей площадью влечет за собой увеличение их массы, что может отрицательно сказаться на их работоспособности. Таким образом принятые элементы легкобрасываемых конструкций для защиты помещения насосного зала НПС-3 должны иметь массу не более 50 кг, и площадь не более 2 м², толщина стекла, применяемого для остекления конструкций должна составлять 5 мм. Для снижения потерь тепла в состав конструкции должно входить двойное остекление (однокамерный стеклопакет). поскольку применение двухкамерного стеклопакета приведет к значительному увеличению массы конструкции и снижению эффективности вскрытия конструкции при взрыве.

Устройство тросовое страховочное обеспечивает предотвращения падения легкобрасываемой конструкции при естественных условиях ее эксплуатации. Устройство обеспечивает восприятие динамической нагрузки до 300 кгс и длительной статической нагрузки до 200 кгс. В случае возникновения в защищаемом помещении избыточного давления взрыва, тросовое страховочное устройство обеспечивает безопасность персонала путем ограничения дальности смещения легкобрасываемой конструкции, в результате чего отсутствует необходимость в переносе дверных проемов (путей эвакуации) в место, удаленное от места установки ЛСК.

В результате проведенных исследований доказана эффективность применения легкобрасываемой конструкции на базе блоков из алюминиевых сплавов со стеклопакетами, с разрушающимися узлами крепления оборудованных тросовыми страховочными устройствами для защиты помещения насосного зала НПС-3 ЛПДС «Уват». В ходе проведенной работы установлено, что реализация проекта по установке принятого типа легкобрасываемых конструкций может быть осуществлено без проведения полной реконструкции здания. Установка новых типов легкобрасываемых конструкций возможна путем внесения изменений в конструктивные элементы здания, а именно путем демонтажа имеющихся

оконных блоков и установки новых типов ЛСК в имеющиеся оконные проемы, в рамках проведения ремонта или капитального ремонта здания за минимально возможный промежуток времени.

Заполнение имеющихся оконных проемов, расположенных в конструктивных элементах зданий НПС легкобрасываемыми конструкциями на базе блоков из алюминиевых сплавов, несомненно повышает уровень пожарной безопасности объектов и защищенности персонала. Применение нового типа ЛСК для защиты взрывоопасных объектов повышает уровень обеспечения пожарной безопасности, как отдельного здания, так и предприятия в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/9028718> (дата обращения: 17.11.2019).
2. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 17.11.2019).
3. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/5200270> (дата обращения: 17.11.2019).
4. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Изд-во стандартов. 1996. – 82 с.
5. ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов Общие требования.

- Методы контроля [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103505> (дата обращения: 17.11.2019).
6. ГОСТ Р 56288-2014. Конструкции оконные со стеклопакетами легкобрасываемые для зданий. Технические условия [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115391> (дата обращения: 17.11.2019).
 7. ГОСТ Р 56289-2014 «Конструкции светопрозрачные легкобрасываемые для зданий, Методы испытаний на воздействие внутреннего аварийного взрыва» [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115392> (дата обращения: 17.11.2019).
 8. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 17.11.2019).
 9. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071148> (дата обращения: 17.11.2019).
 10. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200101593> (дата обращения: 17.11.2019).
 11. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/456044318> (дата обращения: 17.11.2019).

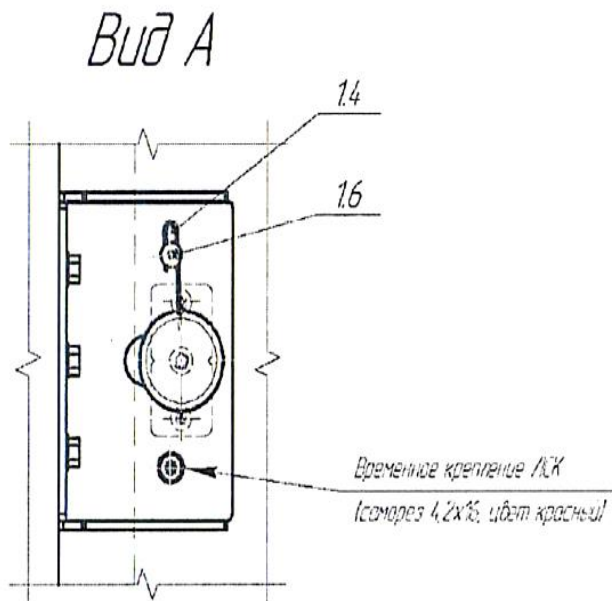
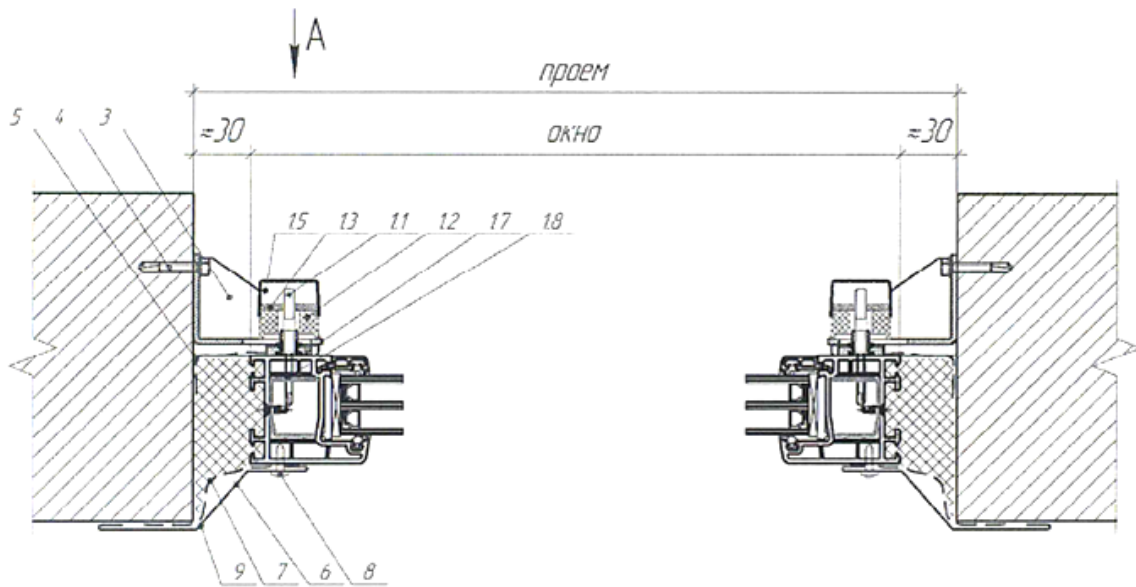
12. РД 153-39.4-113-01. Нормы технологического проектирования магистральных нефтепроводов. – М.: «Технологическое проектирование нефтепроводов» № 1, 2002. – 23 с.
13. РД 13.220.00-КТН-575-06. Правила пожарной безопасности на объектах магистральных нефтепроводов ОАО АК «Транснефть» и дочерних акционерных обществ (взамен ВППБ-01-05-99, ППБО-104-83), – М. «Транснефть», 2006. – 27 с.
14. Рекомендаций по расчету параметров легкосбрасываемых конструкций для взрывоопасных помещений промышленных объектов (МЧС РФ, ФГБУ «ВНИИПО», Москва 2015г.) [Электронный ресурс] - URL: http://www.norm-load.ru/PB/INF_VNIIPO/2015/2181_lsk/1-5.htm (дата обращения: 17.11.2019).
15. Пособие по обследованию и проектированию зданий и сооружений, подверженных воздействию взрывных нагрузок [Электронный ресурс] : Консорциум Кодекс. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200069775> (дата обращения: 17.11.2019).
16. Инструкции для персонала ЛПДС «Уват». – Тобольск: АО «Транснефть – Сибирь», 2018. – 23 с.
17. Конспект вводного инструктажа для работников ЛПДС «Уват». – Тобольск: АО «Транснефть – Сибирь», 2018. – 28 с.
18. План тушения ЛПДС «Уват». – Тобольск: АО «Транснефть – Сибирь», 2016. – 57 с.
19. Баратов, А.Н. Горение Пожар - Взрыв - Безопасность. - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2014. – 364 с.
20. Абросимов, А.А., Топольский, Н.Г., Федоров, А.В. Автоматизированные системы пожаровзрывобезопасности нефтеперерабатывающих производств. М. : Академия ГПС МВД РФ, 2014. - 239 с.
21. Бейкер, У. Взрывные явления. Оценка и последствия: В 2 книгах / У. Бейкер, П. Кокс, П. Уэстайн, и др.; под ред. Я.Б. Зельдовича, Б.Е. Гельфанда. -М.: Мир, 2015. Книга 2. - 384 с.

22. Bredley, D., Mitcheson, A. The Venting of Gaseous Explosions in Spherical Vessels, I-Theory. //Combustion and Flame, 1978, Vol.32., No.3., p.221-236.
23. Bredley, D., Mitcheson, A. Mathematical Solutions for Explosions in Spherical Vessels // Combustion and Flame. 1976. - Vol.26. - No.2.- P.201-207.
24. BS EN 14797:2006. Explosion venting devices. — London : BSI, 2006.
25. BS EN 14994:2007. Gas explosion venting protective systems. — London: BSI, 2007.
26. Дадонов, Ю.А. Оценка риска аварий на магистральных нефтепроводах КТК-Р и БТС / Ю.А. Дадонов, М.В. Лисанов, А.И. Гражданкин и др. // Безопасность труда в промышленности. 2016. - №6. - С. 2-6.
27. Маршалл, В. Основные опасности химических производств: Пер. с англ.- М.: Мир, 1989.-672 с.
28. Молчанов, В.П. Концепция объектно-ориентированного нормирования промышленных предприятий по пожарной безопасности / В.П. Молчанов, И.А. Болодьян, Ю.И. Дешевых и др. // Пожарная безопасность. 2015. - №4. - С. 94-106.
29. NFPA 68:2007. Standard on explosion protection by deflagration venting. — USA, Quincy : National Fire Protection Association, 2007.
30. Редакционная статья // Безопасность труда в промышленности, 2018. №12.-С. 14.46.) Оперативная информация об авариях, происшедших на предприятиях, подконтрольных Госгортехнадзору России.
31. Статистика крупных пожаров и пожаров с гибелью за 2018 год // Пожарная безопасность, информатика и техника. М.: ВНИИПО МВД РФ, 2019,- № 1,- С. 65-68.
32. Tennankore, K.N., Locfortune, J.F. Flame propagation in closed tube//Heat transfer, 1986, Proc. 8th. Int.Conf. in Sen Francisco. 17-22 Aug. 1986. - Washington, 1986, P.843-848. (175).
33. Легкосбрасываемая оконная конструкция: Патент на полезную модель №: 50241; МПК E06B; опубликовано 27 декабря 2005 года

- [Электронный ресурс] : Федеральный институт промышленной собственности. - URL: <http://new.fips.ru/> (дата обращения: 17.11.2019).
34. Легкосбрасываемая оконная конструкция: Патент на полезную модель №: 63403; МПК E06B; опубликовано 27 мая 2007 года. [Электронный ресурс] : Федеральный институт промышленной собственности. - URL: <http://new.fips.ru/> (дата обращения: 17.11.2019).
35. Способ взрывозащиты производственных зданий: Патент на изобретение №: 2520662; МПК E04B1 / 92; E04C2 / 00; опубликовано 27 июня 2014 года [Электронный ресурс] : Федеральный институт промышленной собственности. - URL: <http://new.fips.ru/> (дата обращения: 17.11.2019).
36. Взрывозащитная разрушающаяся конструкция Кочетова ограждения зданий: Патент на изобретение №: 2592291; МПК E04B1/92; опубликовано 20 июля 2016 года [Электронный ресурс] : Федеральный институт промышленной собственности. - URL: <http://new.fips.ru/> (дата обращения: 17.11.2019).
37. Легкосбрасываемая оконная конструкция на базе блока оконного из алюминиевого сплава: Патент на полезную модель №:164517; МПК E06B; опубликовано 10 сентября 2016 года [Электронный ресурс] : Федеральный институт промышленной собственности. - URL: <http://new.fips.ru/> (дата обращения: 17.11.2019).
38. Официальный сайт обществ системы Транснефть [Электронный ресурс] : ПАО «Транснефть», 2019. - URL: <http://www.transneft.ru/> (дата обращения: 17.11.2019).
39. Официальный сайт системы Транснефть – Сибирь [Электронный ресурс] : АО «Транснефть–Сибирь», 2019. - URL: <http://siberia.transneft.ru/> (дата обращения: 17.11.2019).
40. Официальный сайт ООО «ЛСК», 2019 [Электронный ресурс] - URL: <https://lsk.expert/> (дата обращения: 17.11.2019).

Приложение А
Схема легкобрасываемой конструкции на базе блока оконного из
алюминиевого сплава

Разрез А-А



Поз	Наименование
1	Узел крепления разрушаемый (УКР)
11	Шпилька
12	Дистанционная втулка
13	Разрушаемый элемент
14	Пружинный фиксатор
15	Колпачек защитный
16	Заклепка вытяжная 4x10
17	Пластина шпильки 24x50
18	Саморез сверлоконечный 3,9x32, потай
2	Рама легкобросаемой с светопрозрачной конструкции
3	Кронштейн оконный КО-3
4	Саморез сверлоконечный с прессшайбой 5,5x25, в металл
5	Пароизолирующая лента Рабиданд ВМ
6	Паропроницаемая гидроизолирующая лента Рабиданд Н/Л
7	Утеплитель минераловатный, плотность 30-60 кг/м ³ куб
8	Саморез с прессшайбой 4,2x16, краш
9	Отлив, лист оц.0,55мм, краш.

Рисунок А.1 - Схема легкобросаемой конструкции на базе блока оконного из алюминиевого сплава

Приложение Б

Перечень оборудования и средств измерения, используемого в ходе проведения испытаний. Результаты испытаний

Таблица Б.1 - Перечень оборудования и средств измерения, используемого в ходе проведения испытаний

Наименование оборудования	Диапазон измерений	Класс точности
Секундомер механический СОСпр-26-2-010	(0-60) мин. Цена деления: секундной - 0,2 с; минутной - 1 мин.	Класс точности второй
Барометр-анероид метеорологический БАММ-1	(80-106) кПа.	Предел допускаемой основной погрешности, (кПа) $\pm 0,2$
Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 2-01	(0 – 99) % (-20-50) °С	$\pm 2,0\%$ $\pm 0,2$ °С
Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98	(0-5)м.	ц.д. 1мм
Счетчик газа ВК-G4	(0,04 – 6,0) м ³ /ч.	0,04 м ³ /ч.
Газоанализатор ГАНК-4 КПКУ 413322002	Пропан а.в. 0,5-2.5 мг/м ³ , Пропан р.з. 2,5-100 мг/м ³	$\pm 20\%$
Датчик избыточного давления ИСР 113В36	(0 – 15) кПа.	$\pm 20\%$
Стенд для испытания легкобрасываемых конструкций на воздействие внутреннего аварийного взрыва	Протокол периодической аттестации № 71/2018/ГЗ от 02.02.2018г.	

Продолжение Приложения Б

Таблица Б.2 – Результаты испытаний

Пункт по	Наименование параметра	Значение параметра
----------	------------------------	--------------------

НД		заявленное	фактическое
ГОСТ Р 56288-2014, п. 5.1.2.	Легкосбрасываемые оконные конструкции должны иметь предохранительные запорные устройства в виде защелок, разрушаемых элементов крепления или иных конструкций, освобождающих поворотную створку или смещаемый элемент при воздействии на него избыточного давления определенной величины.	Соответствует	Соответствует
ГОСТ Р 56288-2014, п. 5.1.2.5.	Предохранительные запорные устройства смещаемой легкосбрасываемой оконной конструкции должны обеспечить полное освобождение сбросного проема от смещаемого элемента.	Соответствует	Соответствует
ГОСТ Р 56288-2014, п. 5.1.2.6.	Предохранительные запорные устройства для вскрытия поворотной створки или смещаемого элемента должны использовать энергию аварийного взрыва газовойдушной горючей смеси и не требовать использования дополнительного источника энергии.	Соответствует	Соответствует
ГОСТ Р 56289-2014, П. 8.12 ГОСТ Р 56288-2014, п. 8.2.	Обеспечение безотказности срабатывания предохранительных запорных устройств	Соответствует	Соответствует
ТУ 22.23.14 – 00132732 259 – 2017.	Предохранительные запорные устройства при достижении в помещении избыточного давления 3,1 кПа должны обеспечивать сброс смещаемого элемента наружу.	Давление вскрытия не превышает 3,1 кПа	Давление вскрытия по результатам двух испытаний составило 1,8 кПа

Приложение В

Акт проведения испытания узла крепления

АКТ
проведения испытаний узла крепления
легкосбрасываемых конструкций

г. Тюмень

15.06.2005 г.

Нами, комиссией в составе:

От главного управления МЧС России по Тюменской области:

Начальник ИПЛ МЧС России по Тюменской области Айнулин Г.Х.

Зам. начальника ОГПС-4 Воскресенский Ю.К.

Зам. начальника ПЧ-83 ОГПС-4 Фарафонов Н.А.

От ОАО «Сибнефтепровод»:

Начальник службы пожарной охраны Ажгибесов С.С.

От ООО «Сургутгазпром»:

Ведущий инженер по ПБ ТУМГ Баранов Л.В.

От разработчика (ЗАО «ДЭНИК»):

Исполнительный директор Стыльба В.Л.

Начальник производства Иванищев В.В.

произведено освидетельствование и испытание разработанных и изготовленных ЗАО «ДЭНИК» узлов крепления легкосбрасываемых конструкций, на предмет соответствия требованиям, предъявляемых СНиП 31.03-2001 п. 5.9. и техническим требованиям, предъявляемых к узлу согласно технического описания предоставленного разработчиком.

К испытаниям предъявлено 10 узлов УКР 42-80, изготовленных в соответствии с конструкторской документацией и техническим описаниям.

Согласно технических требований, разрушаемый элемент узла крепления должен без разрушения воспринимать рабочие нагрузки не менее 42 кгс и разрушаться при восприятии нагрузок не более 80 кгс., что обеспечивает

- надежное крепление ограждающей (оконной) конструкции при естественных условиях эксплуатации во втором ветровом районе при высоте здания до 10 м. при нахождении конструкции с подветренной стороны.

- легкосбрасываемость ограждающих (оконных) конструкций при возникновении внутри помещения избыточного давления не более 70 кгс/м².

Узел рассчитан на восприятие нагрузки передаваемой на него с части площади ограждающей конструкции, равной 1,2 м².

Испытания производились на разрывной машине в центральной заводской лаборатории ОАО «Опытный завод «Электрон» г. Тюмень.

ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ
разрушаемого элемента узла крепления УКР 42-80

№ п/п	Толщина разрушаемой детали, мм	Усилие разрыва, Р кгс
1.	4,08	76
2.	4,07	74,5
3.	4,08	69,5
4.	4,08	75
5.	4,08	51
6.	4,05	52
7.	4,1	68,5
8.	4,05	61
9.	4,09	55
10.	4,09	55

Продолжение Приложения В

Вывод:

1. Испытания показали, что разрушение элемента узла крепления УКР 42-80 происходит при восприятии им усилий в интервале от 51 до 76 кг, что соответствует заданным требованиям: $42 \text{ кгс} < P < 80 \text{ кгс}$.
2. Материал разрушаемого элемента соответствует предъявленным требованиям.

Заключения:

Комиссия пришла к выводу, что разработанный и предъявленный ЗАО «ДЭНИК» к испытаниям узел крепления легкобрасываемых ограждающих (оконных) конструкций допускается к применению в помещениях категорий А и Б, как отвечающий требованиям по обеспечению легкобрасываемости ограждающих оконных конструкций согласно требованиям СНиП 31-03-2001 п. 5.9.

при выполнении следующих условий:

1. площадь эпюры нагрузки на один узел крепления УКР 42-80 должна составлять $1,2 \pm 0,1 \text{ м}^2$. При несоблюдении этого условия разрабатывается и изготавливается узел с соответствующими характеристиками.
2. монтаж ограждающих оконных конструкций должен производиться согласно технологической карты монтажа, подготавливаемой разработчиком и согласованной с ОГПС.
3. узел УКР 42-80 применяется при эксплуатации ограждающих конструкций, применяемых:
 - во II ветровом районе
 - при высоте расположения конструкции до 10 м.
 - тип местности А

При прочих условиях эксплуатации разрабатывается и изготавливается узел крепления с соответствующими условиям эксплуатации характеристиками.

4. Периодичность проверки состояния узлов при эксплуатации – 1 раз в 6 месяцев.

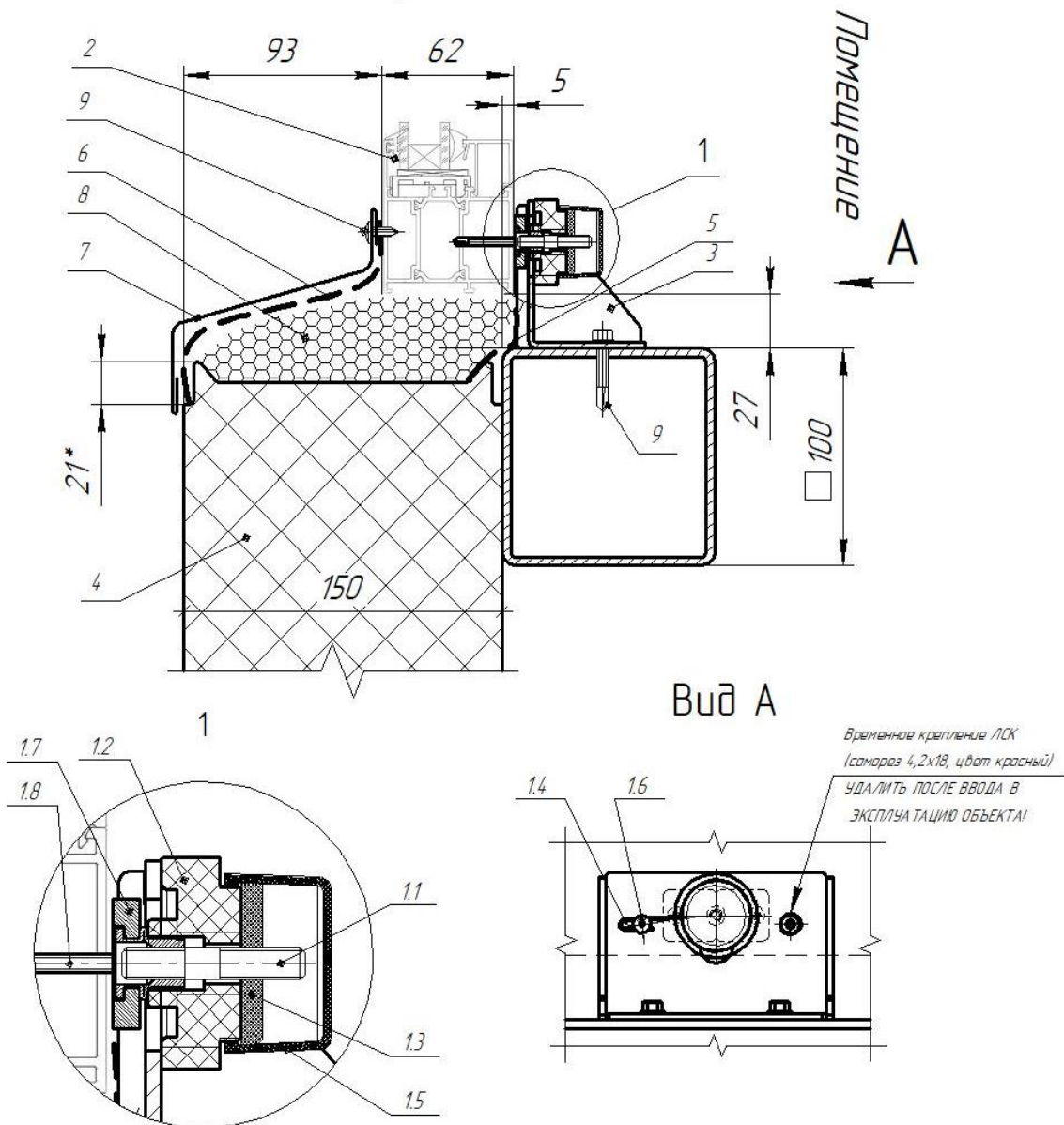
Права на интеллектуальную собственность разработчика защищены в Федеральной службе по интеллектуальной собственности и в Федеральном институте промышленной собственности Роспатента.

Подписи:

Начальник ИПЛ МЧС России по Тюменской области		Айнулин Г.Х.
Зам. начальника ОГПС-4		Воскресенский Ю.К.
Зам. начальника ПЧ-83 ОГПС-4		Фарафонов Н.А.
Начальник службы пожарной охраны ОАО «Сибнефтепровод»		Ажгибесов С.С.
Ведущий инженер по ПБ ТУМГ ООО «Сургутгазпром»		Баранов Л.В.
Исполнительный директор ЗАО «ДЭНИК»		Стильба В.Л.
Начальник производства ЗАО «ДЭНИК»		Иванищев В.В.

Приложение Г

Схема разрушающегося узла крепления

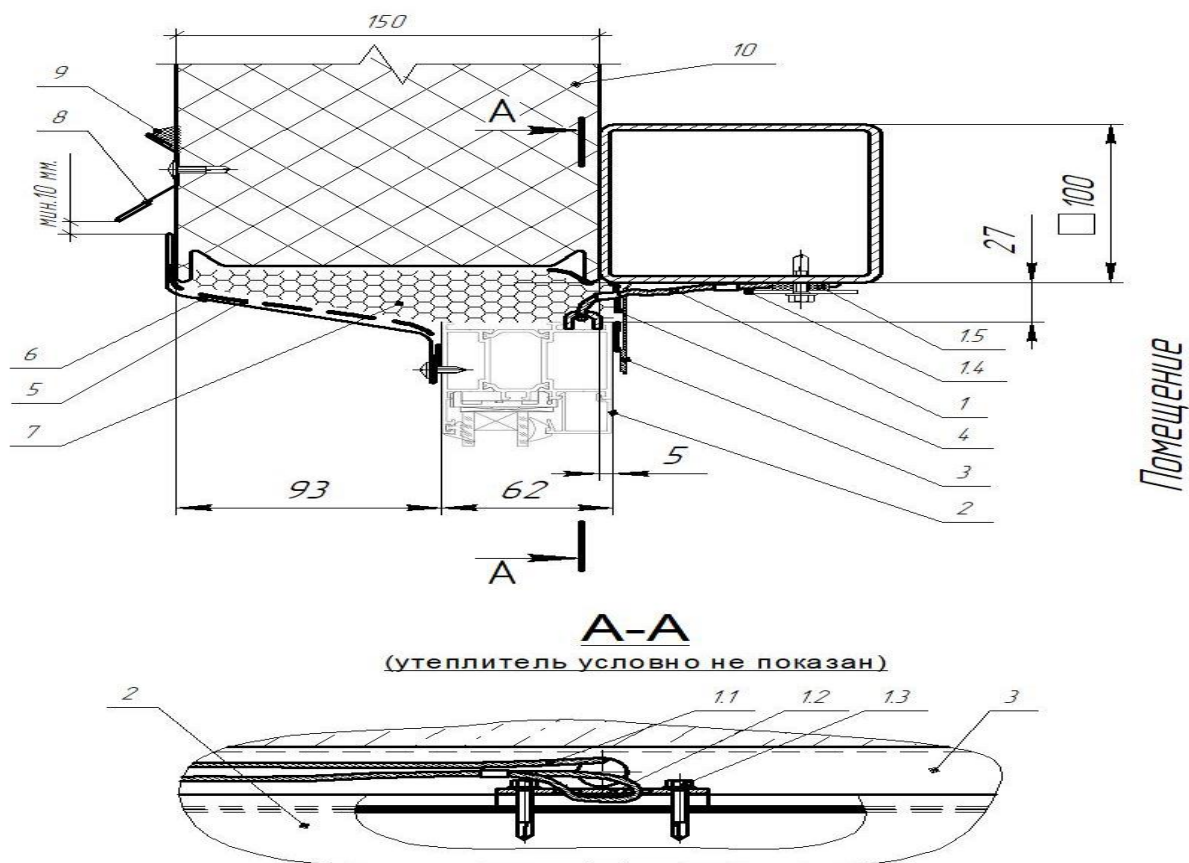


Поз.	Наименование	Поз.	Наименование
1	Узел крепления разрушаемый (УКР)	2	Рама легкобросаемой светопрозрачной конструкции
1.1	Шпилька	3	Кронштейн
1.2	Дистанционная втулка центрирующая	4	Сэндвич-панель стенная
1.3	Разрушаемый элемент	5	Пароизолирующая лента Робибанд ВМ
1.4	Пружинный фиксатор	6	Паропроницаемая гидроизолирующая лента Робибанд Н/Л
1.5	Колпачек защитный	7	Наличник, лист оц. 0,55 мм, краш.
1.6	Заклепка вытяжная 4x10	8	Минераловатный утеплитель
1.7	Пластина шпильки 24x50	9	Саморез сверлоконечный с прессшайбой 5,5x32, в металл
1.8	Саморез сверлоконечный 3,9x32, потай		

Рисунок Г.1 - Схема разрушающегося узла крепления

Приложение Д

Схема устройства тросового страховочного



Поз.	Наименование
1	Устройство тросовое страховочное
1.1	Трос стальной оцинкованный
1.2	Скоба крепления троса к блоку оконному
1.3	Саморез сверлоконечный с прессшайбой 5,5x32
1.4	Шайба $\Phi 43 \times 1,5$
1.5	Дистанционная втулка
2	Рама легкобросаемой светопрозрачной конструкции
3	Нащельник ПВХ самоклеющийся 60мм
4	Лента пароизолирующая Робибанд ВМ
5	Лента паропроницаемая гидроизолирующая Робибанд НЛ
6	Нащельник, лист оц. 0,55мм, краш.
7	Утеплитель минераловатный, плотность 30-60 кг/м.куб
8	Водоотлив верхний, лист оц.0,55мм, краш.
9	Герметик атмосферостойкий
10	Сэндвич-панель, 150 мм.

Рисунок Д.1 - Схема устройства тросового страховочного

Приложение Е

Протокол испытаний устройства тросового страховочного Протокол испытаний устройства тросового страховочного

ТЮМЕНСКИЙ НЕКОММЕРЧЕСКИЙ ФОНД СЕРТИФИКАЦИИ (ТНФС)
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

625026, г. Тюмень, ул. Одесская, 52а, тел., факс (3452) 79-27-54, 32-01-46

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ №53 от 8 сентября 2017г.

- 1. Основание для проведения испытаний:** Письмо ООО «ЛСК» вх. №324 от 06.09.2017г.
- 2. Наименование продукции:** Устройство тросовое страховочное.
- 3. Производитель продукции:** ООО «ЛСК».
- 4. Предъявитель продукции:** ООО «ЛСК».
- 5. Цель проведения испытаний:** Определение прочности тросового страховочного устройства при расчетных и превышающих расчетную нагрузках.
- 6. Дата поступления образцов:** 7 сентября 2017г.
- 7. Регистрационные данные ИЦ:** 152с/17 – 1 ÷ 8.
- 8. Дата проведения испытаний:** 07.09.2017г. – 08.09.2017г.
- 9. Нормативно-техническая документация на продукцию:** Нормативно-техническая документация ООО «ЛСК».
- 10. Определяемые показатели:** прочность тросового страховочного устройства при расчетных нагрузках и нагрузках превышающих расчетную.
- 11. Нормативно-техническая документация на методы испытаний:** Методика испытания образцов ООО «ЛСК».
- 12. Сведения об испытываемых образцах:** Устройство тросовое страховочное УТС 200 предназначено для однократного восприятия динамической нагрузки до 300 кгс и статической многократной нагрузки до 200кгс. Устройство не является грузозахватным приспособлением, предназначенным для многократного подъема грузов. Устройство представляет из себя петлевой канатный строп из каната (троса) диаметром 3,0мм. (сертификат соответствия №РОСС CN.AГ99.B00731). Петли страховочного устройства выполнены методом обратной заплетки с дополнительной фиксацией корня петель методом опрессовки зажимной втулкой (зажим троса D-3,0, алюминиевый DIN3093).

Размеры и количество предъявленных к испытаниям деталей:

Деталь 1: Рабочая длина 600мм. Диаметр 3мм.,

Количество - 4шт.

Деталь 2: Рабочая длина 600мм. Диаметр 3мм.,

Количество - 4шт.



Рис.1.

Продолжение Приложения Е

Приложение №1
к протоколу №53 от 8 сентября 2017г.

13. Условия проведения испытаний: испытания проводились в нормальных климатических условиях:

- температура воздуха 24°C
- влажность воздуха 64%.

14. Перечень аттестованного испытательного оборудования и средств измерений:

Наименование, обозначение	Дата очередной поверки, аттестации
Машина разрывная Р-0,5	30.09.2017г.
Штангенциркуль ШЦ 11-250-0,1 зав. № 570514	11.08.2018г.

15. Дополнительные сведения

15.1. Частичная или полная перепечатка протокола без разрешения испытательного центра запрещена.

15.2. Протокол испытаний касается только образцов, подвергнутых испытаниям.

16. Результаты испытаний.

16.1 Сведения по результатам испытаний приведены в приложении №1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: предъявленные на испытания образцы устройств тросовых страховочных УТС 200, выполненных из троса D-3 мм DIN3055, (сертификат соответствия №РОСС CN.АГ99.В00731), имеют геометрические размеры, соответствующие указанным в приложении №1.

Разрушений устройств тросовых в результате испытаний не происходит, как в случае приложения нагрузок близких, но не менее расчетных, так и при приложении нагрузок, превышающих расчётную статическую нагрузку в 2 раза.

Руководитель ИЦ ТНФС

Инженер-испытатель



А.С. Чувашов

И.А. Басев

Стр. 2
Всего страниц 3

Приложение №1
к протоколу №53 от 8 сентября 2017г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

№ регистрации в ИЦ	Дата испытаний	Измеряемый показатель, ед. измерения	Требования к ИП		Обозначение НД на метод испытания	Результаты испытаний			
			Обозначение НД на продукцию	Нормативное значение					
1	2	3	4	5	6	7			
152с/17		1. Параметры устройства тросового страховочного	-	-	-	Элемент, передающий нагрузку на деталь – троса диаметром 10 мм. Материал – канат (трос) стальной диаметром 3,0 мм, оцинкованный, сертификат соответствия №РОСС СN.A199.В00731			
	07.09.-08.09.2017г.	2. Результаты испытаний по определению допустимой рабочей нагрузки устройства тросового страховочного	-	-	-	Условное обозначение детали	Расчетная рабочая нагрузка Р, кгс	Величина нагрузки при испытании, кгс	Длина испытываемого изделия под нагрузкой, мм
152с/17-1						УТС 200	200	205	605
152с/17-2						УТС 200	200	210	607
152с/17-3						УТС 200	200	225	607
152с/17-4						УТС 200	200	400	610
152с/17-5						УТС 200	200	215	606
152с/17-6						УТС 200	200	220	607
152с/17-7						УТС 200	200	250	607
152с/17-8						УТС 200	200	450	612

Инженер-испытатель



И.А. Баев