

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Институт «Политехнический»

Факультет «Машиностроение»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Специальность «Пожарная безопасность»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент,

_____/_____/_____
« ____ » _____ 2020 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой БЖД

_____/ А.И. Сидоров/
« ____ » _____ 2020г.

Разработка комплекса мероприятий по обеспечению пожарной
безопасности АЗС «Нежная», Челябинская обл., г. Магнитогорск

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР

Руководитель работы, к.т.н.

_____/ М.Ю. Бабкин/
« ____ » _____ 2020 г.

Автор работы
студент группы П-558

_____/ А.С. Король/
« ____ » _____ 2020 г.

Нормоконтролер,
ст. преподаватель

_____/ Ю.С. Козлова/
« ____ » _____ 2020 г.

АННОТАЦИЯ

Король А. С. Разработка комплекса мероприятий по обеспечению пожарной безопасности АЗС «Нежная». – Челябинск: ЮУрГУ, ПИ, 2020г., 107 с., 11 ил., 20 табл., библиогр. список – 28 наим., 1 прил.

В данной выпускной квалификационной работе рассматриваются автозаправочные станции и их пожаровзрывоопасность. На примере конкретной АЗС разобраны главные проблемы таких объектов в отношении пожарной опасности, выявлены нарушения и предложен ряд мероприятий по совершенствованию пожарной безопасности автозаправки.

Представлен поэтапный анализ пожарной опасности для АЗС. Разобрано категорирование помещений, располагающихся на территории данного объекта, категорирование наружных установок. Представлен анализ причин повреждения оборудования и возможности появления источников зажигания, возможные причины и пути распространения пожара.

После проведения анализа предложен ряд инженерно-технических решений по повышению пожарной безопасности на рассматриваемой АЗС. Проведены необходимые расчеты подтверждающие эффективность предложенных мероприятий.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>	Король А.С.				Разработка комплекса мероприятий по обеспечению пожарной безопасности АЗС «Нежная»	<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>	Бабкин М.Ю						3	107
<i>Н. контр.</i>	Козлова Ю.С.					ЮУрГУ Кафедра БЖД		
<i>Утв.</i>	Сидоров А.И.							

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ.....	11
1.1 Классификация и общая характеристика АЗС.....	13
1.2 Стационарные автомобильные заправочные станции	15
1.3 Технологические трубопроводы автозаправочных станций	17
2 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.....	20
2.1 Характеристика основных зданий и сооружений.....	21
2.2 Характеристика основного оборудования.....	25
2.3 Краткое описание противопожарной защиты объекта	27
2.4 Описание технологического процесса.....	28
3 АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА АЗС «НЕЖНАЯ»	32
3.1 Оценка пожаровзрывоопасности среды в технологическом оборудовании... 34	
3.2 Оценка образования взрывоопасной концентрации на территории АЗС	37
3.3 Оценка образования взрывоопасных концентраций при сливе бензина из автомобильной цистерны в подземные резервуары	38
3.4 Анализ причин повреждения оборудования на АЗС.....	43
3.5 Анализ возможности появления характерных технологических источников зажигания	44
3.6 Возможные причины и пути распространения пожара	47
3.7 Определение категорий наружных установок по пожарной опасности	48
3.8 Определение интенсивности теплового излучения.....	58
3.9. Расчет категорий помещений по пожарной и взрывопожарной опасности ..	65
3.10 Проверка соответствий противопожарной защиты технологического процесса требованиям пожарной безопасности.....	66
4 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	73
4.1 Система рециркуляции паров	73

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

4.2 Восстановление отбортовки по периметру площадки слива нефтепродуктов и ограждения территории АЗС	76
4.3 Трубопроводы удаления горючей жидкости и атмосферных осадков с площадки АЦ	80
4.4 Замена люков технологических приемков (колодцев).....	83
4.5 Восстановление ливневой канализации по периметру территории АЗС	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	89
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	91
ПРИЛОЖЕНИЕ	94

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

В связи с активным увеличением количества автотранспорта в России, в след за которым появляется необходимость в стремительном росте автомобильных заправочных станций (далее АЗС), обеспечение пожарной безопасности АЗС является довольно актуальной задачей. Тем более что, владельцы данных предприятий, недавно вошедшие в этот бизнес, зачастую пренебрегают соблюдением требований нормативных документов по пожарной безопасности. Значительная часть таких АЗС, как правило, расположена на территории городов и других населенных пунктов, это обусловлено большой проходимость через данную АЗС машин в год и постоянной необходимостью в заправке каждого владельца автомобиля. Это удобно и для собственника данного объекта и для потребителя. Так же в погоне за дополнительной прибылью владельцы таких предприятий организуют на территории АЗС переконструирование или строительство дополнительных объектов, с целью предоставления услуг потребителю не только по заправке автомобилей, таким образом переделывая обычные АЗС в целые автозаправочные комплексы (далее АЗК). В подобных АЗК обычно объединяют АЗС и предприятия сервисного обслуживания транспортных средств водителей, так же организуют своеобразные островки безопасности для посетителей с целью приобретения продуктов питания или товаров необходимых в дороге или для отдыха. Не топливное направление является не только генератором основной доли заработка для сети АЗС, но и главной маркетинговой опцией, положительно влияющей на продажу основного продукта, то есть топлива. Все это влечет за собой рост количества людей и увеличение времени нахождения их на объекте. Следовательно большая часть людей, находящихся в подобных комплексах, не являются персоналом, работающим в АЗК, а значит и в случае возникновения пожара не обладает информацией о порядке и способах безопасной эвакуации и вариантах дальнейшего развития аварии.

Автомобильный транспорт – базовый потребитель нефтепродуктов в России. Каждый год число автотранспорта увеличивается в среднем на 2 – 2,5 миллиона

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

единиц в год во всех регионах страны. На сегодняшний день в Госавтоинспекции зарегистрировано более 46,8 миллионов легковых автомобилей и более 6,4 млн грузовых, так же более 2,3 млн единиц мототранспорта. По данным ГИБДД, за последнее десятилетие автопарк в стране вырос почти в два раза – на 25,7 миллион машин, или с 34 млн до 59,7 миллион единиц. Российский автомобильный парк является одним из самых быстро развивающихся автомобильных парков мира.

Исходя из количественного увеличения автотранспортных средств в России появляется необходимость в развитие сети автозаправочных станций. На сегодняшний момент число АЗС на территории России немного превышает 70.000 единиц. В связи с ростом цен на жидкое топливо и негативным влиянием выхлопных газов от него на окружающую среду, появляется необходимость в установке дополнительного газобаллонного оборудования, для замены основного жидкообразного топлива (бензин, дизельное топливо) на газообразное топливо (сжиженный газ и природный газ). Здесь появляется рентабельность в установке на АЗС дополнительных возможностей для заправки автомобилей газом. Но вместе с тем автозаправочные станции, работающие только на жидком моторном топливе, по-прежнему очень широко используются и являются объектами повышенной пожаровзрывоопасности, которая обусловлена большими объемами хранящегося там автомобильного топлива, особенностями технологических процессов, связанных с приемом, хранением и выдачей топлива.

Учитывая это, возможные аварии на АЗС представляют серьезную опасность для здоровья и жизни людей, работоспособности транспортных средств, обсуживаемых на данных предприятиях и находящихся неподалеку от них, а так же окружающих построек. Вместе с этим нельзя упускать тот факт, что возможно в равной степени и воздействие окружающих объектов на АЗС , которое может привести к возникновению аварии с последующим образованием пожаров или взрывов. Именно поэтому степень пожарной опасности на АЗС обусловлена и объемно-планировочными, и конструктивными решениями, и даже особенностями их размещения по отношению к окружающим объектам.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Исходя из статистика возникновения пожаров на АЗС, 43% пожаров на них возникает из-за нарушений правил эксплуатации и техники безопасности, 22% по причине неисправностей электрооборудования и осветительных приборов, 13% из-за переливов топлива, остальные причины встречаются реже. Именно поэтому особое внимание мерам пожаробезопасности на автозаправках уделяется в момент как такового строительства, и во время эксплуатации.

В качестве примера рассмотрим пожары на АЗС произошедшие в 2019 году:

– г. Тюмень около 6 мая 2019 года на территории АЗС «Лукойл», которая находится на улице Молодёжной, произошло возгорание на одной из колонок, в следствии выхода из строя электрооборудования, причина пожара – короткое замыкание. Трагедии удалось избежать из-за своевременного и слаженного реагирования на возгорание работников АЗС.

– г. Сатка, Челябинская область, 30 декабря 2019 год. Произошел взрыв на заправке в районе Мордовского перекрестка, после чего начался пожар, в результате чего пострадал 1 человек, он получил ожоги лица и рук. Причина взрыва – нарушение правил устройства и эксплуатации газозаправочного оборудования.

– г. Тюмень 13 февраля 2019 года на АЗС «Новый поток» на Товарном шоссе произошел взрыв, в результате которого загорелась машина. на заправке произошла вспышка газозавоздушной смеси, в результате которой загорелся двигательный отсек автомобиля. Пострадавших нет. В результате возгорания оказался поврежден двигательный отсек на площади пять квадратных метров.

– г. Челябинск 17 сентября 2019 года на наливной эстакаде автозаправочного комплекса, расположенной на Асфальтной улице, загорелись два бензовоза емкостью 30 тысяч литров. Один из работников комплекса получил механические травмы и был доставлен в больницу. Площадь пожара составила 200 кв. м.

– г. Челябинск 25 декабря 2019 года на улице Профинтерна на территории АЗС произошел взрыв с последующим возгоранием, в результате которого пострадала женщина, работник АЗС, она получила ожоги 2 и 3 степени как поверхностные на коже, так и внутренних органов. Чп произошло в результате неис-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

правности оборудования на заправке, из-за которого случилось накопление газозвушной смеси, затем сотрудница включила свет на АЗС, что и послужило источником взрыва.

– г. Артемовский, Свердловская область 31 марта 2019 год. Пожар произошел из-за халатности трех мужчин, которые решили проверить горючесть бензина, поведив горячей зажигалкой рядом с крышкой бензобака, на которой мгновенно вспыхнуло пламя, после чего загорелась вся колонка. Пожар удалось быстро потушить огнетушителями, пострадавших нет.

Таким образом, настоящая тема дипломного проекта является актуальной и требует разработки.

Целью дипломного проекта является совершенствование системы обеспечения пожарной безопасности на автозаправочной станции.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести подбор литературных источников;
- 2) изучить технологический процесс автозаправочной станции;
- 3) проанализировать пожарную опасность веществ и материалов, применяемых в технологическом процессе;
- 4) провести проверку соответствия объекта требованиям пожарной безопасности;
- 5) разработать мероприятия для снижения уровня взрывопожарной опасности.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Снижение пожарной безопасности АЗС и АЗК связано не только с расширением возможностей владельцев данных предприятий к заработку, путем внедрения новых видов услуг и продукции, но и еще с рядом отрицательных факторов. Одним из них является резкое расширение различных классов АЗС. К привычным АЗС традиционного класса прибавляются станции блочного типа, модульного и контейнерного, так же появляются передвижные АЗС. Это новые заправочные пункты, расширяющие возможности заправки автотранспорта в целом. Но вместе с положительными переменами приходят и отрицательные последствия, связанные с пожарной безопасностью не только станций стационарных, но и АЗС нового поколения.

На современных АЗС одновременно могут храниться десятки кубометров легковоспламеняющихся (далее ЛВЖ) и горючих жидкостей (далее ГЖ). Пожарная опасность таких веществ характеризуется рядом показателей, таких как: группа горючести, температура вспышки, воспламенения, самовоспламенения, концентрационные пределы воспламенения (верхний и нижний), температурные пределы распространения пламени (верхний и нижний), минимальная энергия зажигания, способность вещества взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и с другими веществами, скорость распространения пламени, скорость выгорания, минимальное взрывоопасное содержание кислорода, минимальная флегматизирующая концентрация флегматизатора, максимальное давление взрыва и другие показатели, указанные в [5, табл.1]. Так нефтяные бензины имеют температуру вспышки равную диапазону примерно от минус 50°C до плюс 30°C, температуру самовоспламенения от 415°C до 530°C, концентрационные пределы распространения пламени от 0,76 до 5,05%. Так же, учитывая что, бензины диэлектрики, они генерируют заряды статического электричества, это дает дополнительную опасность возникновения пожароопасной ситуации. Все применяемые

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

на АЗС нефтепродукты являются горючими и легковоспламеняющимися жидкостями, пары которых могут создавать взрывоопасные смеси с кислородом.

Установка относится к категории АН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы; легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С; вещества и/или материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и/или друг с другом, при условии, что величина индивидуального риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает 10 в год на расстоянии 30 м от наружной установки [28].

Исходя из вышеизложенного, автозаправочные станции всех классов, в которых топливом служит автомобильный бензин, являются объектами взрывопожароопасными, а наружные установки таких предприятий имеют категорию АН. На практике мы имеем все составляющие так называемого треугольника пожара, а именно горючую среду в виде паров ЛВЖ, окислитель в достаточном для возникновения горения количестве, это кислород воздуха, и источник зажигания, любое средство энергетического воздействия, инициирующее возникновение горения, в виде неисправности электрооборудования, осветительных приборов, нарушения технологического процесса, механические неисправности агрегатов, приводящие к искрообразованию, образование статического электричества в следствии трения ЛВЖ и ГЖ и стенки резервуара и трубопровода, грозовые разряды, нарушение правил пожарной безопасности посетителями АЗС и так далее.

Технологический процесс выдачи топлива на АЗС способствует образованию паро-газовоздушных смесей в результате испарения ЛВЖ и ГЖ. Особенную опасность представляют аварийные ситуации с разливом ГСМ. Доставка нефтепродуктов на АЗС осуществляется бензовозами, которые сами уже представляют повышенную пожарную опасность. Слив нефтепродуктов на АЗС происходит в емкости-контейнеры или в подземные резервуары, во время этих операций так же возможно испарение и разлив нефтепродуктов. Столь же усугубляющими факторами для пожарной безопасности АЗС являются: недостаточная обученность об-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

служивающего персонала действиям при возникновении пожара или взрыва, так же отсутствие средств связи и не укомплектованность средствами пожаротушения. Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что АЗС требуют к себе серьезного внимания на всех стадиях: проектирование, строительство, эксплуатация, тушение пожаров. Рассмотрим подробнее современную классификацию АЗС.

1.1 Классификация автозаправочных станций

АЗС классифицируют по различным признакам. Существуют многотопливные автозаправочные станции – АЗС, на территории которой предусмотрена заправка транспортных средств двумя и более видами топлива, среди которых допускается жидкое моторное топливо (бензин и дизельное топливо), СУГ (сжиженный пропан-бутан) и КПП (компримированный природный газ) [15].

Топливозаправочный пункт – АЗС, размещаемая на территории предприятия и предназначенная для заправки только транспортных средств этого предприятия [21].

Традиционная автозаправочная станция – АЗС, технологическая система которой предназначена для заправки транспортных средств только жидким моторным топливом и характеризуется подземным расположением резервуаров и их разнесением с ТРК [15].

Блочная автозаправочная станция – АЗС, технологическая система которой предназначена для заправки транспортных средств только жидким моторным топливом и характеризуется подземным расположением резервуаров и размещением ТРК над блоком хранения топлива, выполненным как единое заводское изделие [15].

Модульная автозаправочная станция – АЗС, технологическая система которой предназначена для заправки транспортных средств только жидким моторным топливом и характеризуется надземным расположением резервуаров и разнесением ТРК и контейнера хранения топлива, выполненного как единое заводское изделие [15].

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Автомобильная газозаправочная станция (АГЗС) – АЗС, технологическая система которой предназначена только для заправки баллонов топливной системы транспортных средств СУГ [15].

Передвижная автомобильная газонаполнительная станция – АЗС, технологическая система которой предназначена только для заправки баллонов топливной системы транспортных средств КПП, и характеризуется наличием совмещенного блока транспортировки и хранения КПП, выполненного как единое заводское изделие [15].

Передвижная автомобильная газозаправочная станция – АГЗС, технологическая система которой характеризуется наличием совмещенного блока транспортировки и хранения СУГ, выполненного как единое заводское изделие [15].

Криогенная автозаправочная станция (КриоАЗС) – АЗС, технологическая система которой предназначена только для заправки баллонов топливной системы транспортных средств КПП, получаемым на территории станции путем регазификации (переход из жидкого состояния в газообразное) СПГ(сжиженный природный газ) [15].

Передвижная КриоАЗС – КриоАЗС, технологическая система которой характеризуется наличием совмещенного блока транспортировки, хранения и регазификации СПГ, выполненного как единое заводское изделие [15].

По конструктивному исполнению:

– контейнерные (КАЗС) – АЗС, технологическая система которой предназначена для заправки транспортных средств только жидким моторным топливом и характеризуется надземным расположением резервуаров и размещением ТРК в контейнере хранения топлива, выполненном как единое заводское изделие;

– передвижные (ПАЗС) .

По способу размещения резервуаров:

– с подземным расположением;

– с наземным расположением;

– с расположением на транспортном средстве.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

По нормативным параметрам типовых проектов:

- по числу топливозаправочных колонок;
- по числу заправок в часы пик;
- по количеству заправляемых машин в сутки;
- по общей вместимости резервуаров.

По типу расположения на местности автозаправочные станции бывают:

- дорожные – располагаются вблизи автомобильных дорог. Они должны обеспечивать заправку автомобилей топливом, сжатым воздухом и водой;
- городские – размещаются в городах вне центральной части (жилой застройки) и рассчитаны на заправки всех типов автомобилей и мототехники, а так называемые станции «Тротуарного типа» располагаются в центральных районах города для личных автомобилей;
- сельские – обеспечивают заправку автотранспортных средств сельскохозяйственных предприятий и организаций районных центров всеми видами горючесмазочных материалов;
- речные – осуществляют заправку водных маломерных судов, катеров, моторных лодок и др.

АЗС бывают стационарные и передвижные. Передвижные АЗС – являются мобильной технологической системой, установленной на автомобильном шасси, прицепе или полуприцепе, изготовленной как единое заводское изделие. Предназначаются для перевозки и заправки топливом автотранспортных средств в местах сосредоточения автотранспорта, сельскохозяйственной техники в полевых условиях, на туристических автомаршрутах, а также на территории стационарных АЗС в период зачистки и ремонта резервуаров [17].

1.2 Стационарные автомобильные заправочные станции

Представляют собой капитальные сооружения, включающие здания, топливозаправочные колонки, резервуары, технологические трубопроводы, очистные сооружения и различные системы обеспечения технологического процесса [17].

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР				

Информационные колонные светильники и заправочные островки составляют навесную группу. В нее так же входят световой фриз, объемный световой знак фирмы, облицовочный комплект колоннады и навесной части, светильники для освещения.

Заправочные островки изготавливают из полированной или шлифованной нержавеющей стали и используют в качестве оснований ТРК, опор колонн, стелл и сервисных постов с целью защиты их от повреждений автотранспортом [18].

Здание АЗС состоит из производственного и сервисного блоков. Производственный блок составляют центральный вход, операторная, электрощитовая, кладовая, служебный выход, комната слесаря и комната администратора, так же служебный санузел и санузел для посетителей, если таковые предусматриваются, и комната охраны. А Сервисный блок предназначен для обслуживания посетителей.

Технологический процесс функционирования стационарной АЗС включает комплекс операций по приему, хранению и выдаче нефтепродуктов. С целью повышения эффективности работы АЗС технологический процесс может быть обеспечен автоматизированными системами по определению количества топлива, контролю герметичности резервуаров, снижению потерь топлива и сохранению его качества [17].

Количество топлива, которое хранится на АЗС определяется исходя из средней величины заправки одного автомобиля, вместимость примерно 50 л, а количество топливораздаточных колонок (далее ТРК) – из расчета обслуживания пятнадцати автомобилей в час.

Комплекс оборудования, с помощью которого обеспечивается подача топлива из резервуара к ТРК называется линией выдачи.

Линия деаэрации – это комплекс оборудования, с помощью которого обеспечивается сообщение с атмосферой свободного пространства резервуара, данное сообщение должно быть пожаровзрывобезопасным. Такая линия состоит из наземного участка стального трубопровода, конец которого оборудован дыхательным клапаном и запорной арматурой перед дыхательным клапаном и участ-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

ком, проложенным в шахте, соединяющим паровое пространство резервуара с наземным участком. Запорная арматура предназначена для перекрытия этого трубопровода при испытаниях на герметичность системы, а также для безопасной замены и обслуживания дыхательного клапана [17].

Пропускная способность линии деаэрации контролируется при помощи мановакуумметра и запорной арматуры.

Линия обесшламливания – комплекс оборудования, с помощью которого обеспечивается удаление из резервуара подтоварной воды с твердыми частицами (шлама). Линия применяется также для полного опорожнения резервуара от остатков нефтепродукта (при уровне нефтепродукта ниже места его забора линией выдачи) и при механизированной промывке резервуара закрытым способом. Линия обесшламливания состоит из стационарной части, представляющей собой трубопровод, с одной стороны оканчивающегося коллектором для забора подтоварной воды, проходящего на расстоянии не более 0,010 м от дна резервуара, а с другой стороны - штуцером с герметично закрывающейся заглушкой и предназначенным для подсоединения шланга насоса откачки шлама или моющего раствора, переносной части, состоящей из шланга откачки, ручного насоса, шланга слива и переносной емкости для сбора шлама и подтоварной воды. [17].

1.3 Технологические трубопроводы автозаправочных станций

На всю сеть технологических трубопроводов АЗС должна быть составлена схема трубопроводов с указанием мест установки на ней запорной арматуры.

Фланцевые соединения трубопроводов и оборудования должны быть плотно затянуты на прокладках из бензостойкого материала. Сальниковые уплотнения запорных и других устройств должны регулярно проверяться с добавлением или заменой сальниковой набивки [17].

Участки технологического трубопровода находящиеся под землей должны быть покрыты антикоррозийным составом. А наземные участки окрашены. Слив-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

ные рукава и ТРК, трубопровод технологический и арматура должны быть соединены в единую систему заземления.

Технологические трубопроводы, расположенные под землей или в свободном пространстве шахт резервуаров и технологических колодцев, должны удовлетворять следующим требованиям:

- соединения фланцев должно осуществляться по принципу «шип-паз»;
- надежность соединений должна соответствовать требованиям эксплуатационных документов;
- соединения должны быть опломбированы и оснащены устройствами, исключающими их саморазъединение;
- запорная и регулирующая арматура, установленная на трубопроводах для легковоспламеняющихся и токсичных нефтепродуктов, независимо от температуры и давления среды, должна быть стальной.

На всасывающих трубопроводах топливораздаточных колонок должны устанавливаться обратные клапаны для предотвращения перемещения перекачиваемой жидкости в обратном направлении [17].

Вся запорно-регулирующая арматура должна быть пронумерована согласно технологической схеме.

Должен проводиться ежедневно осмотр трубопроводов. Особое внимание должно уделяться состоянию фланцевых и муфтовых соединений.

Не реже одного раза в год необходимо продувать воздухом паро-воздушные трубопроводы, чтобы очистить его от отложений, и один раз в пять лет должны проводиться испытания на герметичность. Общие требования пожарной безопасности для всех АЗС традиционного типа приведены в приложении.

Выводы по разделу один

Пожарная безопасность АЗС зависит от множества факторов, как технических, так и человеческих. В связи с особой опасностью в виде легковоспламеняющихся жидкостей, которые присутствуют в технологическом процессе в большом

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

количестве, объект представляют угрозу для жизни и здоровья людей, а так же целостности зданий и сооружений. В данной главе было раскрыто понятие АЗС и классификация, разобраны основные составные части процесса заправки. Что бы подробнее узнать о пожарной опасности, которую представляют из себя автозаправочные станции рассмотрим конкретную АЗС «Нежная», располагающуюся в городе Магнитогорске.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

2 ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной дипломной работе рассматривается автозаправочная станция «Нежная» (далее по тексту – АЗС), расположенная по адресу: Челябинская область, г. Магнитогорск, Орджоникидзевский район, проспект Карла Маркса дом 197. Внешний вид рассматриваемой АЗС представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Фотография АЗС «Нежная» г. Магнитогорск, пр-т Карла Маркса дом 197

Объект представляет собой автозаправочную станцию традиционного стационарного типа, расположенную в границах городской застройки. АЗС включает в себя двухэтажное здание, резервуарный склад, гостевую автостоянку, площадку для автоцистерны и заправочный островок с навесом. Первый этаж здания состоит из помещений: операторская, фойе, двух служебных помещений, санузла для персонала, автомойки и хоз. блока. Второй этаж здания состоит из холла, электрощитовой, кабинета бухгалтера, кабинета директора, комнаты отдыха для посетителей и сан. узла для посетителей. Чердак и подвал отсутствуют. На АЗС про-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

изводится хранение и отпуск четырех видов топлива: бензинов марок «Нормаль – 80», «Регуляр – 92», «Премиум –95» и дизельного топлива.

Операцией заправки автомобиля управляет оператор из операторской комнаты при помощи поста управления. ТРК устанавливаются под навесом АЗС на островках заправки. Для вызова экстренной помощи оператор пользуется сотовой связью. Подъезд с главной дороги к АЗС осуществляется по асфальтобетонному проезду. Гостевая автостоянка оборудована для пяти машин. Движение на территории АЗС однонаправленное. Для предотвращения стекания ливневых стоков на АЗС с прилегающей территории дороги, автозаправочный комплекс установлен на возвышение.

Численность обслуживающего персонала АЗС в дневное время – 7 (оператор и продавец сопутствующих товаров, директор, бухгалтер, два мойщика на автомойке, охранник), в ночное – 2 (оператор и охранник). В наибольшую смену – 8 человек, к 7 основным работникам прибавляется слесарь приемщик топлива. Режим работы АЗС – круглосуточный, смены по 12 часов. Общая численность работников 12 человек.

Подъезды и вся территория АЗС оснащены необходимыми дорожными знаками, так же выполнено наружное освещение для заправки транспортных средств в ночное время суток.

2.1 Характеристика основных зданий и сооружений

В состав автозаправочной станции входят следующие элементы, которые представлены на рисунке 2:

- здание АЗС, в нем же располагается автомойка;
- подземный резервуарный склад вместимостью - 200 м³, состоящий из четырех резервуаров вместимостью по 50 м³ каждый;
- резервуар аварийного слива нефтепродуктов вместимостью - 15 м³;
- система технологических трубопроводов;

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- система деаэрации (дыхательные клапаны со встроенными огнепреградителями);
- система молниезащиты и заземления;
- система сбора аварийных проливов нефтепродуктов;
- топливораздаточные колонки (4 штуки) (ТРК);
- навес над ТРК с электрооборудованием и освещением;
- Пожарный водопровод кольцевой, $D= 325\text{мм}$, в здании имеются внутренние пожарные краны ПК 3 штуки.

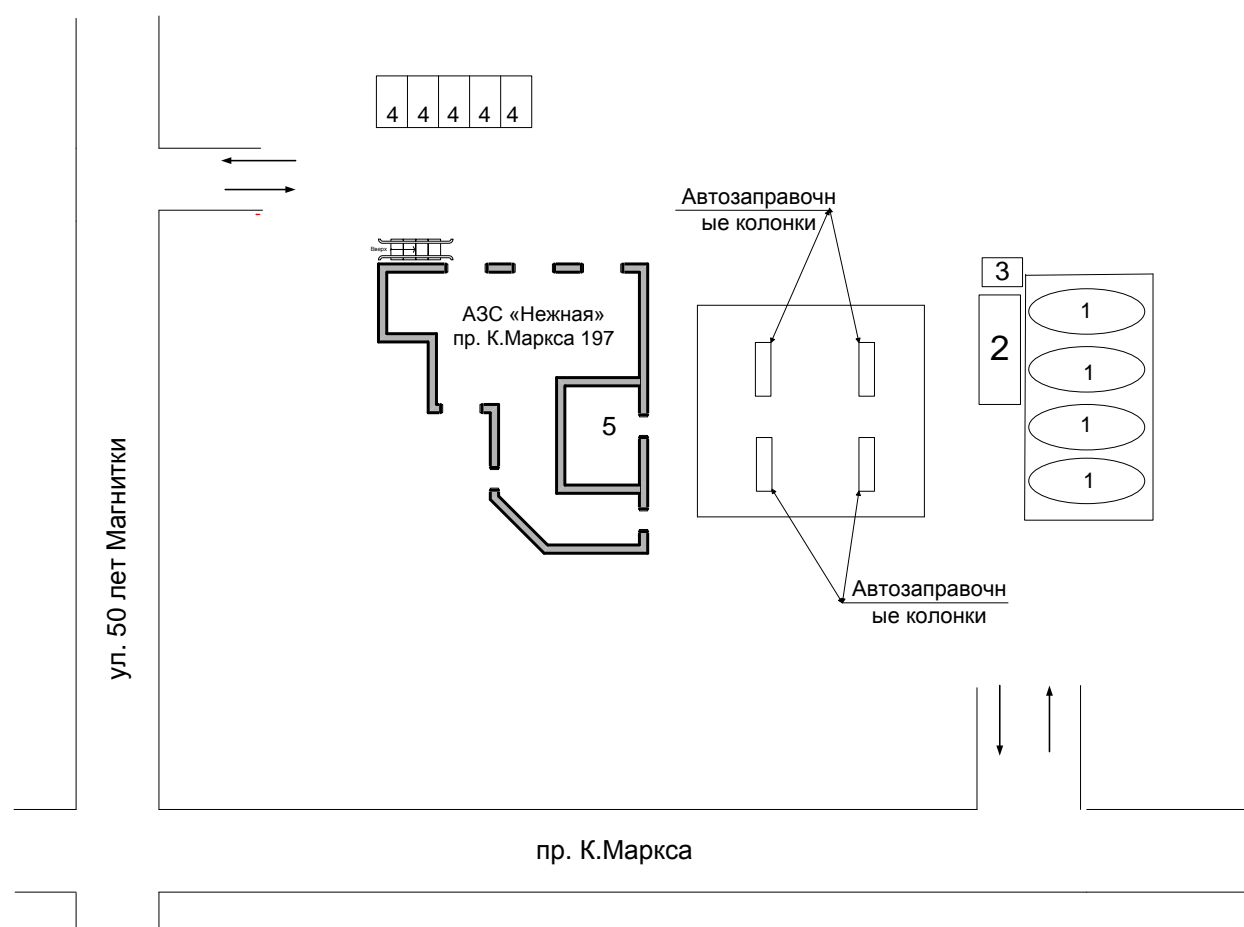


Рисунок 2 – Схема автозаправочной станции

1 – резервуарный парк; 2 – площадка для АЦ; 3 – резервуар аварийного слива нефтепродуктов; 4 – гостевая автостоянка; 5 – операторная.

Здание АЗС предназначено для размещения работников станции, отпуска топлива, при использовании пультов дистанционного управления, продажи сопутствующих товаров в специально оборудованном помещении и автомоечного комплекса. Основные характеристики здания представлены в таблице 1

Таблица 1 – Характеристика здания АЗС

Наименование	Показатель
Степень огнестойкости здания	II
Класс конструктивной пожарной опасности	C2
Пожарная опасность наружных стен конструкции, выполненных из шлакоблока	Не пожароопасные Предел огнестойкости – R 120
Пожарная опасность перегородок, выполненных из красного кирпича и шлакоблока	Не пожароопасные Предел огнестойкости – R 120
Пожарная опасность перекрытий, выполненных из ж/б плит	Не пожароопасные Предел огнестойкости – R 180
Здание в плане	18,78×19,42 м

В здании предусмотрены следующие помещения:

- операторная;
- магазин;
- 2 санузла;
- холл;
- склад;
- автомойка;
- кабинет бухгалтера;
- кабинет директора;
- комната отдыха;
- служебное помещение;
- электрощитовая.

Из здания АЗК предусмотрено 7 эвакуационных выходов, так же эвакуация может осуществляться и из окон здания самостоятельно. Пять эвакуационных выходов располагаются с северной части здания, то есть по другую сторону от заправочных островков и резервуаров с топливом, что позволяет персоналу и посетителям эвакуироваться на безопасном расстоянии от технологического оборудования. Электроэнергия отключается персоналом, электрощитовая находится на 2-ом этаже, или электрослужбой на подстанции.

Отопления здания обеспечивается с помощью централизованной системы отопления. Вентиляция естественная из помещений санузла и склада. Принята система заземления TN-C-S. Заземление оборудования выполнено медным проводом сечением 2,5 мм². Телефонизация АЗС осуществлена с помощью мобильной связи.

ТРК расположены в зоне заправки, под навесной группой, высотой 5 м. Сами колонки размещены на островках высотой 2 м и отгорожены металлическими коронками для исключения наезда автотранспорта, выполнены из нефтестойкого материала.

Конструктивные элементы навеса:

- колонны стальные из труб 2,19 м;
- арочная ферма – стальная из гнутого квадратного профиля, подстропильная ферма;
- прогоны стальные из гнутого квадратного профиля;
- покрытие навеса – поликарбонат «Полигаль» толщиной 0,006 м по стальным прогонам.

Площадка для АЦ снабжена отбортовкой (бордюрный камень) высотой 0,095 м, на въезде и выезде пандусами не оборудована. Имеется сливной трубопровод аварийного слива, он снабжен заглушкой, которая механическим путем устанавливается в промежутках между операциями слива, для исключения слива ливневых стоков.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

2.2 Характеристика основного оборудования

Для хранения и приема топлива на рассматриваемой АЗС предусмотрен резервуарный парк подземного типа вместимостью 200м³ и одного стального горизонтального аварийного резервуара объемом 15 м³. Резервуарный парк состоит из четырех горизонтальных резервуаров вместимостью по 50 м³ каждый. Все виды топлива хранятся в отдельных резервуарах.

Резервуарный склад помещен в железобетонный котлован. Для предотвращения попадания топлива в водоносный слой почвы при возможной разгерметизации резервуаров, дно котлована и стены по всему периметру защищены металлической оболочкой из листовой стали (обваловка), стальные листы защиты сварены сплошными металлическими швами между собой.

Предохранителями резервуаров с топливом от блуждающих токов и электростатических разрядов являются заземлители.

Доставка топлива на АЗС производится автоцистернами вместимостью 13 м³. Слив топлива из автоцистерны в резервуары производится самотеком.

АЦ при помощи рукава подключается к всасывающему трубопроводу резервуара при помощи муфты с быстроразъемным соединением МС–80У. Топливо из АЦ самотеком перекачивается в резервуар, отведенного для данного вида топлива. Трубопровод оборудован обратным клапаном 19н53нж и сетчатым фильтром СДЖ–80–1,6–1–1, установленных на всасывающем трубопроводе. Напорный трубопровод оборудован коллектором с четырьмя патрубками. Каждый патрубок предназначен для подачи определенного вида топлива, для чего снабжен задвижками с ручным управлением. Коллектор снабжен дополнительно патрубком с вентилем, для соединения с атмосферой, позволяющем сливать остатки топлива из напорного трубопровода после окончания операции перекачивания топлива.

Все резервуары для предотвращения перелива топлива при заправке бензином и дизельным топливом от цистерны имеют датчики верхнего уровня (далее по тексту – ДВУ). ДВУ – это предохранительная система, которая срабатывает при заполнении резервуара на 90%, она подает звуковой сигнал, который не прекра-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

щается пока подача топлива не прекратится. Если этого не происходит то при заполнении цистерны на 95% ДВУ подает сигнал на автоматическое отключение перекачивающего насосного агрегата и происходит его отключение. Звуковой сигнал подается непрерывно с момента заполнения резервуара на 90% и до отключения насосной установки на уровне заполнения 0,95 от объема топливохранилища данного вида.

Сами трубопроводы от резервуаров до ТРК прокладываются под землей на расстоянии не меньше 0,7 метра от планировочной отметки частично в обваловке резервуаров, а затем в лотках, пространство которых, после прокладки в них труб, подключения их к ТРК и гидравлического испытания заполняются плотно песком и сверху перекрываются плитами.

Для предотвращения попадания ливневых стоков во внутреннее пространство железобетонного котлована резервуарного парка по верху обвалования резервуаров укладывается асфальтовое покрытие. По верх грунта в местах проезда автотранспорта так же укладывается асфальтовое покрытие. Это делается для увеличения долговечности стенок резервуаров, с целью уменьшения их коррозии от взаимодействия железа и воды.

Для непосредственной заправки транспортных средств используются четыре топливораздаточные колонки типа «Нара – 28Б», позволяющих отпускать по два вида топлива. ТРК имеют номинальный расход колонки 50литров в минуту, а минимальную дозу выдали 2 литра. Первая и вторая колонка предназначена для отпуска бензина марок «Премиум – 95» и «Регуляр – 92», третья и четвертая для «Нормаль – 80» и дизельного топлива.

ТРК оснащены устройствами для предотвращения переливания топлива из бака автомобиля. При заполнении топливного бака транспортного средства до номинального значения автоматически срабатывает блокировка на заправочной линии от ТРК к автомобилю. Так же все четыре колонки имеют устройства, предотвращающие выход топлива из них при повреждении технологического оборудования.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Во время операции заправки автотранспорта ТРК управляются при помощи поста управления, который находится в помещении оператора, и устанавливаются на островках заправки. Для вызова экстренной помощи оператор снабжается мобильной телефонной связью.

К взрывоопасным зонам на АЗС категории АН, класса В-1г (пространство у наружных установок, содержащих ГГ и ГЖ) отнесены: резервуарный парк подземного расположения, площадка для АЦ, а также топливораздаточные колонки. Категория и группа взрывоопасной смеси бензинов ПА-ТЗ (температура самовоспламенения бензина 250-300°C), для дизельного топлива – ПВ-ТЗ.

2.3 Краткое описание противопожарной защиты объекта

Противопожарная защита рассматриваемой АЗС обеспечивается рядом проектных решений по пожарной безопасности, такими как установка автоматической пожарной сигнализации, и комплектация объекта первичными средствами пожаротушения.

Подземные резервуары с жидкими нефтепродуктами заполняются не более чем на 95% их внутреннего объема хранения, при этом работы по наполнению резервуаров производятся исключительно закрытым способом. Выходы паров нефтепродуктов в атмосферу осуществляются только через деаэрационные трубопроводы резервуаров хранения топлива.

Пожарная сигнализация состоит из контрольно-приемного прибора «Гранит-16», автоматическими и ручными пожарными извещателями ИП-212-3су и ИПР-И, табло «Выход» и комбинированным оповещателем «Маяк-12К».

На АЗС предусмотрены первичные средства пожаротушения:

- 1) углекислотные огнетушители ОУ-5 в каждой комнате здания АЗС – по 1 шт.
- 2) огнетушители передвижные воздушно-пенные ОВП-100-01 – 4 шт.
- 3) воздушно-пенный огнетушитель ОВП-10 —10 шт.
- 4) порошковый огнетушитель ОП-100 (по одному на каждый островок) – 4 шт.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

5) огнетушителями передвижными порошковыми вместимостью 50 л (для тушения оборудования АЦ на сливной площадке для АЦ и тушения заправляемой техники на заправочных островках) – 4 шт.

б) двумя ящиками с песком, совковыми лопатами.

В здании АЗС предусмотрен пожарный водопровод кольцевой $D=325\text{мм}$ 1 шт, внутренних пожарных кранов ПК 3 шт.

Документы предварительного планирования действий подразделения пожарной охраны находятся в пункте связи части пожарно-спасательной части №21 ОФПС №2 по Челябинской области. Расстояние от ПСЧ до АЗС 1,5 км. Время прибытия на место возникновения пожара составит около пяти минут. Маршрут движения от 21–ПСЧ до АЗС «Нежная» представлен на рисунке 3.

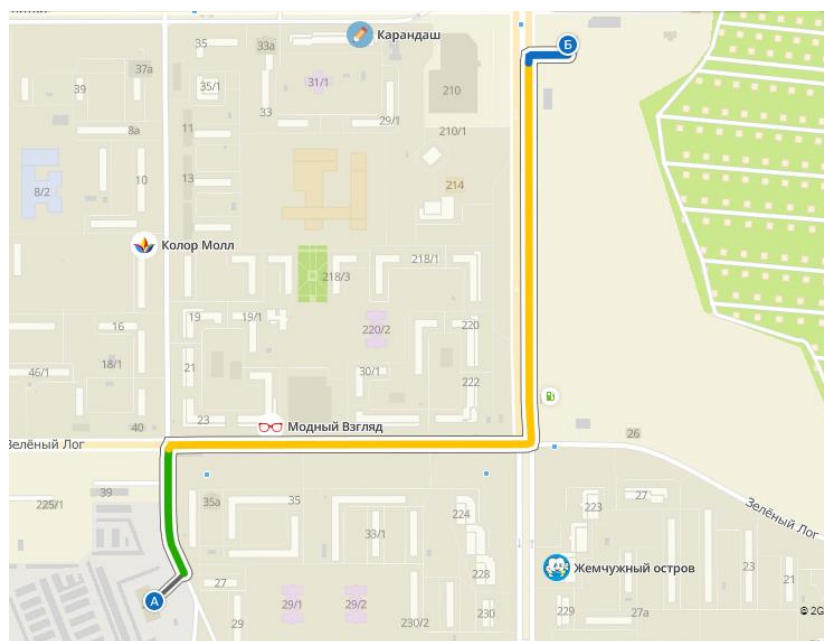


Рисунок 3 – Схема движения подразделения пожарной охраны от 21-ПСЧ до АЗС «Нежная»

2.4 Описание технологического процесса

Базовая функция АЗС «Нежная» – это хранение и выдача потребителям нефтепродуктов, вместе с этим на предприятии происходит продажа сопутствующих товаров, и организован автомоечный комплекс в здании АЗС, предоставляющий не автоматизированные услуги по мытью машин.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Автомоечный отдел АЗС представляет собой два бокса с роллетными воротами с западной стороны здания, он отделен от основного здания АЗС перегородками первого типа. Сам процесс мойки представляет собой механическую отчистку машины внешнюю и внутреннюю с использованием двух аппаратов К 5 Compact (керхеры) и ручных пылесосов для чистки салона автотранспортного средства.

Сущность технологического процесса самой автозаправочной станции заключается в безопасном приеме нефтепродукта из автоцистерны, которую используют для доставки и пополнения топлива в резервуарном парке, и его дальнейшей подаче потребителям по основному технологическому оборудованию и трубопроводам.

На рассматриваемой АЗС пополнение резервуаров для хранения нефтепродуктов происходит с помощью автоцистерны (АЦ), вместимостью 13 м³. АЦ заправляет цистерну необходимыми видами топлива на нефтебазе, затем ответственное лицо производит опломбирование горловины и сливного вентиля, а в случае если цистерна оборудована еще и насосом пломбируется так же сливной вентиль, находящийся между насосом и емкостью. Все пломбы должны полностью исключать возможность вращения вентиля, возможность открытия люка, или открытия сливного вентиля, далее водитель транспортирует АЦ до данной АЗС.

Хранение топлива осуществляется в подземном резервуарном парке, состоящем из четырех цилиндрических, горизонтально расположенных резервуаров, вместимостью каждый по 50 м³, при нормальном атмосферном давлении и температуре не более +20°С. Подземное хранение топлива снижает риск возникновения аварийных ситуаций. Топливо не подвержено частым температурным колебаниям, нагреву от солнечной радиации, а значит и объемное расширение топлива сведено к минимуму. Так как топливо постоянно находится в относительно стабильном объеме, то выброс паров в атмосферу значительно снижается. Так же согласно [22, п.54] резервуары должны быть оборудованы системой автоматической сигнализации, сигнализирующей о заполнении резервуара на 90%, и системой отключения заполнения резервуара, когда степень заполнения достигнет отметки в

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

0,95 от объема емкости. Такая система на данной АЗС присутствует, она снабжена датчиками верхнего уровня (ДВУ). При заполнении резервуара на 90% срабатывает звуковой сигнал, предупреждающий о скорой возможности перелива топлива из емкости, при заполнении на 95% датчик передает сигнал на отключение насосной установки, насос отключается, подача топлива прекращается, звуковой сигнал отключен.

Слив топлива происходит самотеком. АЦ при помощи рукава подключается к всасывающему трубопроводу насосной через муфту с быстросъемным соединением. Далее топливо перекачивается в резервуар самотеком. Трубопровод оборудован обратным клапаном и сетчатым фильтром, установленных на всасывающем трубопроводе. Напорный трубопровод от АЦ оборудован коллекторами с четырьмя патрубками, каждый патрубок предназначен для подачи определенного вида топлива из АЦ, снабжен задвижками с ручным управлением. После окончания операции перекачивания топлива, остатки нефтепродукта в напорном трубопроводе сливают через дополнительный патрубок с вентилем на коллекторе, который сообщает его с атмосферой.

Подача топлива от резервуаров к ТРК осуществляется насосами, расположенными в самих топливо раздаточных колонках, при получении сигнала от оператора АЗС. Топливо поступает по подземному трубопроводу к топливораздаточной колонке, где происходит учет выданного топлива. Далее топливо по шлангу и заправочному пистолету поступает в бак автомобиля. Для предотвращения перелива топлива из бака топливораздаточный пистолет оснащен устройством автоматического отключения подачи топлива, эта система составляет линию подачи.

Выводы по разделу два

АЗС являются пожаровзрывоопасными объектами, в которых ежедневно присутствуют люди, как сотрудники, так и потребители. В каждой АЗС есть однотипные агрегаты и трубопроводные системы, но в то же время все они устроены по разному, присутствуют разные виды систем, по своему пожароопасных. АЗС

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

«Нежная» располагается в пределах городской застройки, и находится в непосредственной близости к жилым зданиям, так же вокруг АЗС две главные улицы и несколько остановок. Что бы понять, как именно данная автозаправочная станция и в какой степени может быть опасна для граждан и окружающих сооружений необходимо провести анализ пожарной опасности для данного объекта.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

3 АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА АЗС «НЕЖНАЯ»

Пожарная опасность любого производства характеризуется наличием в технологическом процессе горючих веществ и материалов (их пожароопасными свойствами), оборудованием в котором возможно образование взрывоопасных концентраций, взрывоопасными зонами и помещениями, а также анализом причин выхода горючих веществ и материалов из технологического оборудования, возможности образования в горючей среде и внесения в нее источников зажигания и возможности дальнейшего развития пожара [21].

Пожарная опасность АЗС характеризуется пожароопасными свойствами веществ обращающихся на ней и объемов данных веществ, технологическим оборудованием участвующим в технологических процессах на объекте, возможностью образования в оборудовании и на территории АЗС взрывоопасной концентрации паров горючих жидкостей, реализуемых на данном предприятии, возможными источниками зажигания и путями распространения пожара.

Данная АЗС предоставляет услуги по заправке автотранспортных средств четырьмя видами моторного топлива: Бензины марок «Нормаль–80», «Регуляр–92», «Премиум–95» и дизельное топливо, каждый из которых по группе горючести относятся к легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ).

Горючие жидкости с температурой вспышки не более 61°C в закрытом тигле или 66°C в открытом тигле относят к легковоспламеняющимся. Особо опасными называют легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28°C [5].

Характерной особенностью ЛВЖ является высокое давление насыщенного пара (насыщенный пар – пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, то есть число молекул покидающих жидкость равно числу молекул возвращающихся в нее обратно) при обычной температуре хранения. При наличии источника зажигания и разгерметизации оборудования, пары ЛВЖ способны распространяться за пределы оборудования на значительное расстояние и воспламеняться, при наличии источника зажигания. Исходя из этого можно сделать вы-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

вод о высокой вероятности пожара или взрыва на АЗС при утечке жидкого моторного топлива из емкостей для его хранения, при транспортировке из цистерн, и при нарушении технологического процесса выдачи топлива на ТРК, при условии что, концентрация паров ЛВЖ будет находится между верхним и нижним пределом воспламеняемости.

Так же помимо угрозы пожара или взрыва при выходе топлива из технологического оборудования имеет место и возникновение опасных ситуаций в самом технологическом оборудовании, так как бензины являются слабыми диэлектриками (накопители заряда, не проводят ток) в процессе движения по трубопроводам и соприкасаясь со стенками резервуара при сливе из АЦ, происходит процесс накапливания статического электричества в жидком моторном топливе и в случае если заземление оборудования не способно отвести заряд существует вероятность возникновения искр, с достаточной энергией зажигания, а вследствие воспламенения или взрыва смеси паров жидкости с воздухом [21].

Сведения о пожаровзрывоопасности, находящихся на АЗС веществ и материалов сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Показатели пожарной опасности применяемых веществ и материалов

Наименование вещества	Показатели пожарной опасности						
	Группа горючести	$t_{всп}, ^\circ C$	$t_{св}, ^\circ C$	НТПР $^\circ C$	ВТПР $^\circ C$	Молярная масса	Общая формула
Бензин «Нормаль-80»	ЛВЖ	-36	375	-35	17	97,2	$C_{6,991}H_{13,108}$
Бензин «Регуляр-92»	ЛВЖ	-36	360	-37	20	95,3	$C_{7,024}H_{13,706}$
Бензин «Премиум-95»	ЛВЖ	-37	350	-37	-10	93,2	$C_{6,742}H_{11,898}$
Дизельное топливо «Л»	ЛВЖ	35	225	99	137	203,6	$C_{14,511}H_{29,12}$
Дизельное топливо «З»	ЛВЖ	40	237	99	137	172,3	$C_{12,343}H_{23,889}$

3.1 Оценка пожаровзрывоопасности среды в технологическом оборудовании

При анализе образования пожаровзрывоопасной среды в технологическом оборудовании нужно рассматривать каждый аппарат или участок технологического трубопровода в отдельности и в первую очередь обращать внимание на возможность образования в оборудовании свободного парогазовоздушного пространства, состоящего из смеси окислителя и паров горючей жидкости, обращающейся в процессе производства, с концентрацией между верхним и нижним концентрационным пределам распространения пламени. На АЗС рассматриваются все линии и агрегаты, участвующие в процессе заправки.

Основным технологическим оборудованием на АЗС, в котором обращается топливо, являются: резервуары для хранения топлива, аварийный резервуар, насос подачи топлива, располагающийся в ТРК, и трубопроводы (линии подачи и деаэрации). Образование горючей среды в аппаратах возможно только при наличии свободного газового пространства над зеркалом жидкости. При испарении жидкого моторного топлива в это пространство будут попадать пары этой жидкости, постепенно пар будет насыщаться и при наличии окислителя или его поступлении извне возможно попадание между концентрационными пределами воспламеняемости концентрации смеси и последующего ее взрыва при возникновении инициатора.

Для образования горючей среды в аппаратах должно выполняться следующее неравенство (1) [25]:

$$\varphi_{\text{н}} \leq \varphi_{\text{р}} \leq \varphi_{\text{в}}, \quad (1)$$

где $\varphi_{\text{н}}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени;

$\varphi_{\text{р}}$ – концентрация паров над зеркалом жидкости;

$\varphi_{\text{в}}$ – верхний концентрационный предел распространения пламени.

Концентрация насыщенного пара и давление насыщенного пара величины пропорциональные друг другу. Давление насыщенного пара жидкости зависит

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

только от её температуры. Поэтому и концентрация насыщенных паров является функцией температуры, т.е.:

$$\varphi_s = f(T_p), \quad (2)$$

Опасность образования горючей концентрации в закрытом аппарате может быть оценена путем проверки двух условий:

- а) наличия над зеркалом жидкости паровоздушного объема;
- б) выполнения зависимости (3);

$$T_{нтпр} < T_p < T_{втпр}, \quad (3)$$

где T_p – рабочая температура жидкости;

$T_{нтпр}$ и $T_{втпр}$ – нижний и верхний температурные пределы распространения пламени.

Но при опорожнении аппаратов с жидкостью состояние насыщения газового пространства парами жидкости нарушается за счет поступления дополнительного количества воздуха через дыхательную арматуру. В таком случае оценку горючести среды по температурным пределам воспламенения проводить нельзя. Поэтому оценку горючести проводят по концентрации.

Исходя из первого условия образования горючей концентрации, а именно наличия свободного парогазовоздушного пространства над зеркалом жидкости, можно сделать вывод о том что образование горючей среды возможно только в аппаратах для хранения и перевозки топлива. Так как остальные части технологического процесса на АЗС исключают появление первого условия, то есть полностью и всегда заполнены топливом. Такие аппараты как: трубопроводы в линии подачи и насосы в топливо-раздаточных колонках полностью и в любое время при нормальном режиме работы заполнены жидким моторным топливом, в трубопроводах исключает появление свободного паровоздушного пространства обратный клапан, установленный на входе линии подачи в резервуары, то есть на

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

каждой линии, ведущей к ТРК есть свой обратный клапан. Так же в резервуарах для хранения и перевозки жидкости имеет место изменение концентрации паров, при большом дыхании – изменении уровня жидкости. Результат анализа данной АЗС на возможность образования горючей среды в аппаратах при нормальном режиме работы представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Анализ пожарной опасности аппаратов

Наименование аппаратов и обращающихся в них горючих веществ	Наличие паровоздушного пространства в аппарате	Вывод о возможности образования горючей среды
Бензовоз	Да	Взрывоопасная концентрация образуется после слива топлива.
Топливный Резервуар	Да	При неподвижном хранении пожарная опасность отсутствует т.к. при заполнении на 80-95 % концентрация паров приближена к насыщенной. ВОС образуется при снижении уровня жидкости.
Резервуар аварийного слива	Да	Взрывоопасная концентрация не образуется. ВОС образуется при аварийном сливе топлива
Трубопроводы линии Наполнения	Нет	Взрывоопасная концентрация не образуется (отсутствует свободное парогазовоздушное пространство)
Трубопроводы линии деаэрации	Да	При неподвижном хранении пожарная опасность отсутствует т.к. ВОС не образуется. ВОС образуется при большом дыхании. (резервуар подземный не склонен к перепадам температур)
Насосы подачи топлива в ТРК	Нет	Взрывоопасная концентрация не образуется (Всегда заполнены топливом, отсутствует свободное газовое пространство)

Исходя из таблицы делаем вывод о том, что горючая среда может образоваться в следующих ситуациях:

- при выходе из трубопроводов линии деаэрации при заполнении резервуара или большом дыхании;
- в топливном резервуаре при снижении уровня жидкости;
- в цистерне бензовоза при опорожнении;
- в резервуаре аварийного слива при аварийном сливе с бензовоза.

3.2 Оценка образования взрывоопасной концентрации на территории АЗС

При нормальном режиме работы АЗС образование горючей концентрации смеси паров ЛВЖ и окислителя невозможно. Пожаровзрывоопасная среда образуется в результате выхода из строя какого-либо элемента технологического процесса и в следствии этого, пролива топлива, при условии превышения или равенства температуры пролитой горючей жидкости температуре вспышки этой жидкости ($t_{ж} \geq t_{всп}$). При этом любое появление источника зажигания спровоцирует горение или взрыв паров.

Основным фактором образования горючей концентрации смеси паров с воздухом на территории АЗС является испарение пролива ЛВЖ, образуется она при условии превышения или равенства температуры пролитой горючей жидкости, температуре вспышки $t_{ж} \geq t_{всп}$ [22].

Бензин на АЗС доставляют с помощью автоцистерн, выполненных из металла. Солнечная энергия воздействует на стенки цистерны, в результате она нагревается, в следствии чего происходит нагрев самой жидкости.

В летнее время при температуре воздуха $+30^{\circ}\text{C}$ стенки цистерны могут нагреваться до температуры, превышающей температуру вспышки дизельного топлива (марка Л $T_{всп} = +40^{\circ}\text{C}$) и в случае его разлива из цистерны над поверхностью зеркала жидкости будет образована горючая концентрация смеси паров с воздухом. Что касается подземных резервуаров и трубопроводов, рабочая температура в них не превышает $+25^{\circ}\text{C}$, то есть:

$$t_{дт} = 25^{\circ}\text{C} < t_{всп} = 35^{\circ}\text{C} \text{ (зимнее)} \text{ и } t_{дт} = 25^{\circ}\text{C} < t_{всп} = 40^{\circ}\text{C} \text{ (летнее)}$$

Следовательно если произойдет розлив дизельного топлива на площадке АЗС, нагретого до 25°C , над его поверхностью будет невозможно образование горючей (взрывоопасной) концентрации паров.

Если же вместо дизельного топлива произойдет пролив бензина, то практически любой такой пролив образует взрывоопасную концентрацию паров над зеркалом жидкости, так как $T_{всп}$ бензинов варьируется в пределах от минус 27 до 39°C .

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР				

То есть даже в подземных резервуарах топливо почти всегда будет нагрето до температуры его вспышки.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод о наиболее опасных сценариях образования взрывоопасной концентрации паров:

- при заправке автомобилей бензином;
- при очистке резервуаров от отложений, профилактических и ремонтных работах;
- при сливе бензина из автомобильной цистерны в подземную емкость;
- при ошибках операторов, которые связаны с проливом бензина;
- при отказах технологического оборудования (локальные утечки бензина через соединения, сварные швы и т.д.), которые могут, приводить к выходу значительного количества бензина и образованию взрывоопасных концентраций.

3.3 Оценка образования взрывоопасных концентраций при сливе бензина из автомобильной цистерны в подземные резервуары

Рассмотрим самый опасный процесс, осуществляемый на территории АЗС – это слив топлива из автоцистерны в подземные резервуары. В первую очередь его опасность заключается в образовании взрывоопасной концентрации паров на площадке около дыхательной арматуры. Помимо этого, и в цистерне при сливе также образуется взрывоопасная концентрация.

Проведем необходимую оценку возможности образования взрывоопасных концентраций для летнего и зимнего времени. В летний, наиболее жаркий период года, бензин в цистерне бензовоза во время его движения в дневное время за счет солнечного излучения может нагреться до 30°C и более, а сама цистерна до +35-40°C и более. Концентрация паров бензина в цистерне бензовоза при его температуре 30°C будет насыщенной, так как при движении бензовоза происходит взбалтывание, перемешивание. P_n – давление насыщенных паров при расчетной температуре, которая находится по справочной литературе или по формуле Антуана, имеющей вид (4), давление выражено в кПа.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$$\lg P = A - \frac{B}{t + C_a}, \quad (4)$$

где t – расчетная температура;

A, B, C_a – константы Антуана, определяемые по справочным данным в [18].

Подставляя данные в (4) давление насыщенных паров Бензина АИ-95 будет равно 18,952 кПа.

Концентрация паров при этом будет вычисляться по формуле (5):

$$\varphi = 100 \frac{P_H}{P_{атм}} \% об, \quad (5)$$

Подставляя данные получим значение концентрации равное 19,7% об. Что гораздо выше $\varphi_{ВКРП} = 7,9 \% об$.

Из этого можно сделать вывод о том, что в дневное время на начальный момент времени слива бензина, концентрация смеси почти в три раза превышает верхний концентрационный предел распространения пламени, таким образом даже при наличии источника зажигания, взрыва в свободном паровоздушном объеме АЦ не произойдет.

Но при открывании крышки горловины автоцистерны может выйти некоторое количество паров топлива наружу, из за разности давлений между цистерной и атмосферой на 30 – 55 кПа. Определим количество этих паров и объем, в котором может образоваться локальная концентрация паров бензина около горловины цистерны бензовоза при открывании крышки по формуле (6):

$$G = (P_{раб} - P_{атм}) \cdot \varphi_s \frac{V_{св} \cdot M}{T_{раб} \cdot 8314}, \quad (6)$$

где $P_{раб} = 130350$ Па – рабочее давление в цистерне бензовоза;

$P_{атм} = 101300$ Па – атмосферное давление;

$\varphi_s = 0,15421$ об. доли – концентрация паров бензина в объеме 13 м³;

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$V_{\text{св}}$ – свободный объем цистерны, заполненной бензином на 90%, равный;

$$V_{\text{св}} = 0,1 \times 13 = 1,3 \text{ м}^3;$$

V – геометрический объем цистерны, равный 13 м^3 ;

M – молекулярная масса паров бензина, равная $93,2 \text{ кг/кмоль}$;

$T_{\text{раб}}$ – рабочая температура бензина в цистерне бензовоза;

$$T_{\text{раб}} = 273 + 30 = 303 \text{ К}.$$

Подставляя данные, получим $G = 0,215 \text{ кг}$, $\varphi_{\text{нкпр}} = 513,39 \text{ г/м}^3$.

Объем, в котором может при этом образоваться взрывоопасная местная концентрация определяем по формуле (7):

$$V_{\text{мест}} = \frac{G}{\varphi_{\text{нкпр}}}, \quad (7)$$

Подставляя данные получим, что местный объем, в котором возможно образование взрывоопасной концентрации равен $0,41 \text{ м}^3$. Исходя из данного расчета следует что процесс выхода паров при открывании горловины не представляет большой опасности, так как под действием ветра данное количество бензина быстро рассеивается в атмосфере. Бензин, нагретый до 30°C , сливается из цистерны в подземную емкость, температура жидкости, в которой в летнее время обычно не превышает 20°C , то есть средняя температура в емкости при сливе бензина будет составлять примерно 25°C . Концентрация паров в емкости в начале слива будет насыщенной и примерно равна $\varphi_s = 19,7 \%$, что гораздо выше $\varphi_{\text{вкпр}} = 7,9 \%$ об. и будет являться негорючей, то есть взрыва в подземной емкости с бензином при его температуре 20°C и выше произойти не может, даже при наличии источника зажигания.

Опасная ситуация может создаваться в летнее время на площадке, около дыхательных клапанов резервуаров, в которые производится слив бензина из бензовоза при небольших скоростях ветра ($0-1 \text{ м/с}$) [26].

Рассчитаем массу паров бензина АИ - 95, выходящих через дыхательную арматуру.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

В случае заполнения резервуара масса паров определяется по формуле:

$$m_v = \rho_v \cdot V_R \frac{P_H}{P_0}, \quad (8)$$

где m_v – масса выходящих паров ЛВЖ, кг;

ρ_v – плотность паров ЛВЖ, кг/м³;

P_H – давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре, кПа, равное 19,1 кПа.

Плотность паров ЛВЖ определяется по формуле (9):

$$\rho_v = \frac{M}{V_0(1+0,00367t_0)}, \quad (9)$$

где P_0 – атмосферное давление, кПа (допускается принимать равным 101);

V_R – геометрический объем паровоздушного пространства резервуара (при отсутствии данных допускается принимать равным геометрическому объему резервуара), находим по формуле (10).

$$V_R = \frac{\pi d^2}{4} \times L, \quad (10)$$

где M – молярная масса паров бензина АИ - 95, равна 93,2 кг/кмоль;

V_0 – мольный объем, равный 22,413 м³/кмоль;

T_0 – расчетная температура, равна 20 °С;

P_H – для нефтепродуктов принимаем исходя из расчетных данных.

Определяем концентрацию насыщенных паров при атмосферном давлении по формуле (11):

$$\varphi_s = \frac{P_H}{P_0}, \quad (11)$$

Вблизи дыхательных патрубков резервуара возможно образование местной зоны взрывоопасной концентрации, объем которой определяется по формуле (12):

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$V_{\text{ВОК}} = \frac{m}{\varphi_{\text{H}}} K, \quad (12)$$

где m – расход горючих паров за один цикл;

$$m=39,5 \text{ кг/цикл};$$

K_6 – коэффициент запаса надежности, равен 5;

φ_{H} – нижний концентрационный предел распространения пламени в кг/м^3 :

$$\varphi_{\text{H}} = \frac{M \cdot \varphi_{\text{об}}}{V_{\text{t}}}, \quad (13)$$

где $M = 93,2 \text{ кг/кмоль}$;

$\varphi_{\text{об}}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени при 20°C в об.долях, равный 0,0104;

Молярный объем паров бензина при рабочих условиях определяем по формуле (14):

$$V_{\text{t}} = V_0 \frac{T_{\text{p}} P_0}{T_0 P_{\text{p}}}, \quad (14)$$

где $P_0/P_{\text{p}}=1$, то $V_{\text{t}} = 22,4 \cdot 293/273 = 24,04 \text{ м}^3/\text{кмоль}$.

Результаты всех расчетов сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчетов при оценке образования ВОК при сливе бензина

Искомый параметр	Формула после подстановке числовых данных	Вычисленное значение
m_{v}	$m_{\text{v}} = 3,87 \cdot 60,3 \frac{19,1}{101}$	39,5 кг
ρ_{v}	$\rho_{\text{v}} = \frac{93,2}{22,4(1 + 0,00367 \cdot 20)}$	3,87 кг/м^3
V_{R}	$V_{\text{R}} = \frac{3,14 \cdot 2,8^2}{4} \times 9,8$	60,3 м^3
φ_{s}	$\varphi_{\text{s}} = \frac{17,1}{101}$	0,169 об. доли
V_{t}	$V_{\text{t}} = 22,4 \frac{293}{273}$	24,04 $\text{м}^3/\text{кмоль}$

Продолжение таблицы 4

φ_H	$\varphi_H = \frac{93,2 \cdot 0,0104}{24,04}$	0,0403 кг/м ³
$V_{\text{вок}}$	$V_{\text{вок}} = \frac{39,5}{0,0403} 5$	4900,7 м ³

На основании расчета можно сказать о значительной опасности взрыва на площадке у дыхательной арматуры, при безветренной погоде объем взрывоопасной зоны вблизи резервуаров составляет практически 5.000 м³, что при наличии источника зажигания приведет к взрыву и дальнейшему распространению пожара.

3.4 Анализ причин повреждения оборудования на АЗС

В четвертом разделе третьей главы будут рассмотрены причины, вызывающие повреждения технологического оборудования на АЗС. Необходимым условием обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации технологического оборудования является его прочность. Основой для предупреждения повреждения технологического оборудования является его механическая прочность. Прочность оборудования зависит от механической прочности. Механическая прочность – это способность материала сопротивляться каким-либо механическим воздействиям. Под прочностью же понимают способность материала воспринимать усилия рабочих нагрузок, не разрушаясь и не образуя пластических деформаций сверх предельно установленных величин. Материал, из которого изготовлено технологическое оборудование, должен обладать высокой механической прочностью при заданных рабочих давлениях и температурах, при допускаемых отклонениях от них, а так же при испытании оборудования, и высокой химической стойкостью в рабочих средах при заданных технологических параметрах протекающих в аппаратах процессов и допускаемых отклонениях от них. на прочность технологического оборудования влияет толщина его стенки. Вид и толщину материала подбирают индивидуально, исходя из технологического процесса, чтоб они могли выдержать

химически активное воздействие на материал со стороны агрессивных сред, обращающихся в технологическом процессе, а так же возможные механические нагрузки, такие как перепады температур, давлений и тд.. Выбор материала происходит исходя из наиболее неблагоприятных условий, при которых возможна работа оборудования.

Но даже при правильном подборе материала для изготовления технологического оборудования, в технологических процессах не редки случаи повреждения аппаратов и связанных с ними трубопроводах, а в следствии этого взрывов и пожаров.

Основные причины повреждения оборудования АЗС:

1. Образование повышенных и пониженных давлений;
2. Повреждения, возникающие в результате нарушения температурного режима оборудования (воздействий на материал аппаратов и трубопроводов высокой и низкой температуры);
3. Увеличение сопротивления линий при наличии в них отложений;
4. Эрозия металла аппаратов и трубопроводов;
5. Повреждение аппаратов и трубопроводов в результате коррозии.

3.5 Анализ возможности появления характерных технологических источников зажигания

Возможных источников зажигания на объектах с наличием ЛВЖ и ГЖ множество, ими могут быть:

- газы и искры, образующиеся в двигателях внутреннего сгорания;
- открытый огонь при производстве огневых работ;
- тепловые проявления электрической энергии;
- статическое электричество;
- грозовые разряды;
- другие причины, возникшие при нарушении правил, установленных для эксплуатации АЗС.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Рассмотрим каждый источник подробнее. Газообразные продукты горения и искры двигателей.

Газообразные продукты горения и искры, образующиеся в двигателях внутреннего сгорания, могут стать источником зажигания. Это может произойти в том случае, если имеются прогары в выхлопных трубах автотранспортных средств, находящихся на территории АЗС с работающим двигателем и по близости есть горючие материалы или паровоздушная среда в пределах от $\varphi_{\text{нкпр}}$ до $\varphi_{\text{вкпр}}$ [21].

Открытый огонь при производстве огневых работ.

Открытый огонь при проведении огневых работ (резание металла, газосварка) представляет большую пожарную опасность, так как температура пламени при проведении огневых работ значительно превышает температуру пламени, допустим горючих веществ в воздухе. Так при производстве электросварочных работ с использованием угольных электродов температура дуги составляет примерно 6000 градусов [20].

Тепловые проявления электрической энергии.

Основные причины теплового проявления электрической энергии связаны с нарушением работы электроприборов и аппаратуры в результате:

- короткого замыкания;
- перегрузки;
- больших переходных сопротивлений.

Наиболее распространенной причиной возникновения токов короткого замыкания является повреждение изоляции электрических проводов. Повреждение изоляции электрических проводов или других токоведущих частей происходит вследствие механических повреждений, старения изоляции от длительной эксплуатации, от эксплуатации в агрессивных средах (пары кислот и щелочей) и действия влаги, от систематических перегрузок и т.п..

Возникновение токов короткого замыкания может быть вызвано обрывом провода с последующим соприкосновением неизолированных токопроводящих эле-

ментов между собой, имеющих различную полярность (постоянный ток) или имеющих различные потенциалы (замыкание на землю, заземленные предметы).

Токи короткого замыкания образуются так же вследствие непредусмотренных нормальных условий работы замыкания через малое сопротивление между фазами.

При КЗ общее сопротивление электрической цепи резко уменьшается, что приводит к значительному увеличению тока в ней по сравнению с током нормального режима.

Перегрузка электрических сетей и машин вызывается увеличением механической нагрузки на электродвигатели, а также подключением к электрическим сетям дополнительных токоприемников, на которые сети не рассчитаны.

Увеличение силы тока в сетях и машинах приводит к выделению большого количества тепла и воспламенению изоляции.

Опасные последствия перегрузки наблюдаются при неправильной автоматической защите сетей.

Большие переходные сопротивления возникают чаще всего в местах, где провода и кабели некачественно присоединяются к машинам и аппаратам или токопроводящие жилы соединяются друг с другом холодной скруткой, а также в местах плохого контакта.

В местах больших переходных сопротивлений выделяется значительное количество тепла, что может привести к загоранию изоляции, а также рядом находящихся горючих веществ.

Статическое электричество.

На АЗС могут возникать искровые разряды статического электричества так как там обращаются вещества, являющиеся диэлектриками (бензин, дизельное топливо). В технологическом процессе АЗС эти вещества способны накапливать заряды статического электричества. Эти заряды могут уходить в землю и нейтрализоваться, а могут накапливаться и создавать потенциалы, порой достигающие десятков тысяч вольт.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Накапливанию высоких потенциалов статического электричества и формированию искровых разрядов способствует:

- отсутствие или неэффективность специальных мер защиты от статического электричества;
- образование электроизоляционного слоя отложений на заземленных поверхностях;

Грозовые разряды.

Прямые удары молнии и ее вторичные проявления также относятся к тепловым проявлениям электрической энергии.

Прямые удары молнии – наиболее опасный вид воздействия. Температура искрового разряда молнии может достигать нескольких тысяч градусов. При непосредственном соприкосновении канала молнии с горючими смесями будет происходить мгновенное их воспламенение [12].

Вторичными воздействиями молнии являются:

- электростатическая индукция (наведение потенциалов на наземных предметах в результате изменения электростатического поля грозового облака);
- электромагнитная индукция (наведение потенциалов в незамкнутых контурах в результате быстрых изменений тока молнии);
- занос высоких потенциалов (перенесение высоких потенциалов в здания по внешним металлическим коммуникациям).

3.6 Возможные причины и пути распространения пожара

Анализируя пожарную опасность предприятия, необходимо определить возможные пути распространения пожара, при возникновении аварийной ситуации. Основной поверхностью по которой на АЗС может распространяться пламя – это пролив топлива. Распространение происходит по поверхности разлившегося нефтепродукта. Учитывая отсутствие части бордюрного камня, на территории АЗС «Нежная» возможно распространение пожара за территорию АЗС.

Также основными путями распространения огня являются:

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

- перемещения паровоздушных горючих масс с ветром;
- через дыхательные устройства аппаратов с ЛВЖ и ГЖ.

Причинами распространения является:

- несоблюдение противопожарных разрывов;
- отсутствие или неэффективность огнепреградителей на дыхательных линиях аппаратов и коммуникациях;
- взрыв;
- засушливая погода.

3.7 Определение категорий наружных установок по пожарной опасности

Определение категорий наружных технологических установок производится в соответствии с [14].

Под наружной технологической установкой понимается - комплекс аппаратов и технологического оборудования, расположенных вне зданий и сооружений. По пожарной опасности все наружные технологические установки классифицируются на пять категорий: Ан, Бн, Вн, Гн и Дн. Категории пожарной опасности наружных технологических установок определяются, исходя из вида находящихся в установках горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также особенностей технологических процессов.

На АЗС может возникнуть ряд опасных ситуаций, которые приводят к авариям. Различные сценарии аварий приводят к различным результатам. Последствия этих аварий имеют разный характер и силу. Рассчитывать критерии пожарной опасности всегда необходимо по самым опасным сценариям аварии. Возможные варианты самых опасных аварий и их зоны, условия, описания сценариев и поражающие факторы аварий для автомобильной заправочной станции «Нежная» приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Возможные сценарии аварий и их последствия

Сценарий аварийной ситуации	Зона и условия аварии	Поражающие факторы	Описание сценария	№ варианта
С1	Открытое пространство Полная разгерметизация линии подачи	Ударная волна	Взрыв облака топливно-воздушной смеси при разгерметизации части наземного трубопровода линии подачи в ТРК	1
С2	Открытое пространство Полная разгерметизация линии подачи	Тепловое излучение пожара пролива	Пожар пролива топлива при разгерметизации наземной части напорного трубопровода, расположенного в ТРК	2
С3	Открытое пространство Площадка для АЦ Разгерметизация автоцистерны	Ударная волна	Взрыв облака топливно-воздушной смеси при разгерметизации автоцистерны при сливе топлива в подземный резервуар	3
С4	Открытое пространство Площадка для АЦ Разгерметизация автоцистерны	Тепловое излучение «огненного шара»	Мгновенная разгерметизация автоцистерны и горение облака топливно-воздушной смеси по модели «огненного шара»	4

3.7.1 Расчет избыточного давления взрыва для ситуации разгерметизации трубопровода на топливораздаточной колонке

Рассмотрим аварийную ситуацию полной разгерметизации напорного трубопровода бензина АИ-95 на топливораздаточной колонке объем бензина, пролив-

шегося на горизонтальную поверхность будет составлять приблизительно 100 л, так как расход бензина из рассматриваемой ТРК составляет 50 л/мин. Время отключения установки принимается равным 120 с. Так как один литр бензина разливается на площади около 0,15 м², площадь пролива будет составлять 15 м².

Для паров не нагретых легковоспламеняющихся жидкостей горизонтальные размеры зон, ограничивающей область концентраций, превышающих НКПР, определяется по формуле (15) [9]:

$$R_{\text{НКПР}} = 3,1501\sqrt{K} \cdot \left(\frac{P_n}{C_{\text{НКПР}}}\right)^{0,813} \left(\frac{m_n}{\rho_n \times P_n}\right)^{0,333}, \quad (15)$$

где K – коэффициент, принимаемый равным T/3600 (T – продолжительность поступления ЛВЖ в открытое пространство);

$$K=1;$$

P_n – давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре принимаем исходя из расчетных данных, 19,7 кПа;

C_{нкпр} – нижний концентрационный предел распространения пламени паров ЛВЖ, для бензина марки АИ-95 он равен 1,04 % (об);

m_n – масса паров ЛВЖ в кг, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, показатель определяется по формуле (16);

$$m_n = W \cdot F_u \cdot T, \quad (16)$$

где W – скорость испарения, кг·с⁻¹·м⁻² определяется по формуле (17);

$$W = 10^{-6}\sqrt{M} \cdot P_n, \quad (17)$$

где F_и – площадь поверхности испарения, м²;

T – принимается как время полного испарения жидкости, но не более 3600с. T принимаем равным 3600с.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

где $\rho_{п}$ – плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м³.

Плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении необходимо определить по формуле (18):

$$\rho_{п} = \frac{M}{V_0(1+0,00367t_p)}, \quad (18)$$

где M – молярная масса пара, кг/кмоль;

V_0 – молярный объем, равный 22,4 м³/кмоль;

t_p – расчетная температура, °С.

Подставляя числовые данные в приведенные выше формулы получаем результаты расчетов, приведенные в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчетов для первого сценария

Искомый параметр	Формула после подстановке числовых данных	Вычисленное значение
W	$W = 10^{-6} \sqrt{93,2} \cdot 19,7$	$190,18 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$
m_n	$m_n = 190,18 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 3600$	10,26 кг
$\rho_{п}$	$\rho_{п} = \frac{93,2}{22,4(1 + 0,00367 \cdot 30)}$	3,74 кг/м ³
$R_{\text{НКПР}}$	$R_{\text{НКПР}} = 3,1501 \left(\frac{19,7}{1,04}\right)^{0,813} \left(\frac{10,26}{3,74 \cdot 19,7}\right)^{0,333}$	15,5 м

Следовательно, горизонтальный размер зоны, ограничивающей область концентраций, превышающих НКПР составляет 15,5 м.

Величина избыточного давления ΔP , кПа, развиваемого при сгорании паровоздушной смеси, определяется по формуле (19):

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(\frac{0,8m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{r^3} \right), \quad (19)$$

где P_0 – атмосферное давление, кПа;

$P_0=101,3$ кПа;

$m_{пр}$ – приведенная масса пара, кг, определяется по формуле (20);

$$m_{пр} = \left(\frac{Q_{сг}}{Q_0}\right) \times m \times Z, \quad (20)$$

где $Q_{сг}$ – теплота сгорания бензина Дж·кг⁻¹;

$$Q_{сг} = 43,52 \times 10^7 \text{ Дж·кг}^{-1};$$

Q_0 – константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж·кг⁻¹;

m – масса горючих паров, поступивших в окружающее пространство;

$$m=10,26 \text{ кг};$$

Z – коэффициент участия горючих паров в горении, который принимается равным 0,1;

r – расстояние от геометрического центра паровоздушного облака, 15м до конца здания АЗС.

Масса приведенная, после подстановки числовых значений равна 98,78 кг.

Величина избыточного давления, развиваемого при сгорании паровоздушной смеси при данном виде аварии на расстоянии 15 метров от установки будет составлять 81,04 кПа. На расстоянии радиусом примерно 15 метров от ТРК располагается граница зоны заправки.

Рассчитаем величину избыточного давления взрыва до ближайших объектов указанных в таблице 8, приведенные расчеты указаны в таблице 7.

Таблица 7 – Рассчитанные критерии пожарной опасности

Искомый критерий пожарной опасности	Формула нахождения критерия в числовом виде	Числовое значение критерия
ΔP_{15}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 98,8^{0,33}}{15} + \frac{3 \cdot 98,8^{0,66}}{15^2} + \frac{5 \cdot 98,8}{15^3} \right)$	81,04 кПа
ΔP_{150}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 98,8^{0,33}}{150} + \frac{3 \cdot 98,8^{0,66}}{150^2} + \frac{5 \cdot 98,8}{150^3} \right)$	2,7 кПа
ΔP_{120}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 98,8^{0,33}}{120} + \frac{3 \cdot 98,8^{0,66}}{120^2} + \frac{5 \cdot 98,8}{120^3} \right)$	3,4 кПа

Продолжение таблицы 7

ΔP_{10}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 98,8^{0,33}}{10} + \frac{3 \cdot 98,8^{0,66}}{10^2} + \frac{5 \cdot 98,8}{10^3} \right)$	149,5 кПа
ΔP_{65}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 98,8^{0,33}}{65} + \frac{3 \cdot 98,8^{0,66}}{65^2} + \frac{5 \cdot 98,8}{65^3} \right)$	7,78 кПа
ΔP_{50}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 98,8^{0,33}}{50} + \frac{3 \cdot 98,8^{0,66}}{50^2} + \frac{5 \cdot 98,8}{50^3} \right)$	10,2 кПа

Избыточное давление взрыва не превышает 5 кПа на расстоянии 90 метров от топливо-раздаточной колонки. Значит все что находится в радиусе 90 метров от ТРК находится в зоне сильных поражений.

Таблица 8 – Расстояния до ближайших объектов

Объект расположенный вблизи АЗС	Расстояние от геометрического центра паровоздушного облака, м
Жилые здания по пр-ту К. Маркса	150
Жилые здания по 50-лет Магнитки	120
Гостевая автостоянка	10
Остановка общественного транспорта	65
Строящееся здание за АЗС	50

В топливо раздаточных колонках обращаются ЛВЖ с температурой вспышки $< 28^{\circ}\text{C}$, и избыточное давление взрыва превышает 5 кПа. Следовательно ТРК на данной АЗС относятся к категории АН по пожарной опасности наружных установок.

3.7.2 Расчет избыточного давления взрыва для ситуации на площадке для АЦ

Примем для расчетов наихудший вариант развития аварии. При сливе продукта из АЦ в подземные резервуары произошла разгерметизация автоцистерны, в следствии чего произошел пролив ЛВЖ на горизонтальную площадку для АЦ.

В соответствии с [13] поверхность разлива принимается исходя из расчета, что 1 л смесей и растворов разливается на площади 0,15 м². Зная, что 1 л.=0,001 м³, переводим объем в литры:

$$V = \frac{V_{\text{ац}}}{0,001}, \quad (21)$$

Исходя из проекта на площадке для АЦ выполнена отбортовка размерами 10×3 м. Согласно требованиям нормативных документов, высота отбортовки для площадки АЦ должна быть не менее 15 см, по факту на данный момент высота пандуса в результате его износа равна 9,5 см. Объем топлива вмещаемый площадкой для АЦ будет равен 10×3×0,095=2,85 м³. Масса вышедшего за отбортовку топлива равна 1050 л.

Рассчитываем площадь разлива исходя из объема топлива вышедшего за отбортовку:

$$F = V \cdot F_{\text{л}}, \quad (22)$$

Радиус $R_{\text{нкпр}}$ (м) и высота $Z_{\text{нкпр}}$ (м) зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (далее – НКРП), при неподвижной воздушной среде определяется по формулам (23) и (24):

$$Z_{\text{нкпр}} = 0,26 \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{г}} \cdot C_{\text{нкпр}}} \right)^{0,33}, \quad (23)$$

где $m_{\text{п}}$ – масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время испарения, кг;

$\rho_{\text{г}}$ – плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м³. Плотность паров ЛВЖ необходимо определить по формуле (27):

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$R_{\text{нкпр}} = 7,8 \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{г}} \cdot C_{\text{нкпр}}} \right)^{0,33}, \quad (24)$$

где $C_{\text{нкпр}}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени паров бензина;

$$C_{\text{нкпр}} = 1,04 \text{ \% об};$$

$m_{\text{п}}$ – масса паров ЛВЖ в кг, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, определяем по формуле (25).

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{и}} \cdot T, \quad (25)$$

где W – скорость испарения, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, определяется по формуле (26).

$$W = 10^{-6} \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}}, \quad (26)$$

где $F_{\text{и}}$ – площадь поверхности испарения, м^2 ;

T – принимается как время полного испарения жидкости, но не более 3600с. T принимаем равным 3600с.

$$\rho_{\text{п}} = \frac{M}{V_0(1+0,00367t_{\text{р}})}, \quad (27)$$

где M – молярная масса пара, $\text{кг}/\text{кмоль}$;

V_0 – молярный объем;

$$V_0 = 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль};$$

$t_{\text{р}}$ – расчетная температура, $^{\circ}\text{C}$.

Найденные числовые значения, в том числе и радиус и высота зоны при неподвижной воздушной среде, отображены в таблице 9.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Таблица 9 – Найденные числовые значения для второго сценария

Искомый параметр	Формула после подстановке числовых данных	Вычисленное значение
V	$V = \frac{13}{0,001}$	13000 л
F	$F = 10150 \cdot 0,15$	1522,5 м ²
W	$W = 10^{-6} \sqrt{93,2} \cdot 19,7$	$190,18 \times 10^{-6}$
m _п	$m_{п} = 190,18 \cdot 10^{-6} \cdot 1522,5 \cdot 3600$	1042,38 кг
ρ _п	$\rho_{п} = \frac{93,2}{22,4(1 + 0,00367 \cdot 30)}$	3,74 кг/м ³
Z _{нкпр}	$Z_{нкпр} = 0,26 \left(\frac{1042,38}{3,74 \cdot 1,04} \right)^{0,33}$	1,65 м
R _{нкпр}	$R_{нкпр} = 7,8 \left(\frac{1042,38}{3,74 \cdot 1,04} \right)^{0,33}$	49,35 м

Величина избыточного давления ΔP, кПа, развиваемого при сгорании паровоздушной смеси, определяется по формуле (19).

А приведенную массу рассчитаем по формуле (28).

$$m_{пр} = \left(\frac{Q_{сг}}{Q_0} \right) m \cdot Z, \quad (28)$$

где Q_{сг} – теплота сгорания бензина Дж·кг⁻¹;

$$Q_{сг} = 43,52 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1};$$

Q₀ – константа, равная $4,52 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$;

m – масса горючих паров, поступивших в окружающее пространство, m=1042,38 кг;

Z – коэффициент участия горючих паров в горении, который принимается равным 0,1;

r – расстояние от геометрического центра паровоздушного облака, 20 м.

Рассчитанные критерии пожарной опасности для различных расстояний, приведенных в таблице 6, сведены в таблицу 10.

Таблица 10 – Критерии пожарной опасности для различных расстояний

Искомый критерий пожарной опасности	Формула нахождения критерия в числовом виде	Числовое значение критерия
$m_{пр}$	$m_{пр} = \left(\frac{43,52 \cdot 10^7}{4,52 \cdot 10^6} \right) 1042,38 \cdot 0,1$	10.036,37 кг
ΔP_{30}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 10.036,37^{0,33}}{30} + \frac{3 \cdot 10.036,37^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \cdot 10.036,37}{30^3} \right)$	393,186 кПа
ΔP_{150}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 10.036,37^{0,33}}{150} + \frac{3 \cdot 10.036,37^{0,66}}{150^2} + \frac{5 \cdot 10.036,37}{150^3} \right)$	17,7 кПа
ΔP_{135}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 10.036,37^{0,33}}{135} + \frac{3 \cdot 10.036,37^{0,66}}{135^2} + \frac{5 \cdot 10.036,37}{135^3} \right)$	21,3 кПа
ΔP_{20}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 10.036,37^{0,33}}{20} + \frac{3 \cdot 10.036,37^{0,66}}{20^2} + \frac{5 \cdot 10.036,37}{20^3} \right)$	1040,6 кПа
ΔP_{75}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 10.036,37^{0,33}}{75} + \frac{3 \cdot 10.036,37^{0,66}}{75^2} + \frac{5 \cdot 10.036,37}{75^3} \right)$	50,65 кПа
ΔP_{60}	$101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 10.036,37^{0,33}}{60} + \frac{3 \cdot 10.036,37^{0,66}}{60^2} + \frac{5 \cdot 10.036,37}{60^3} \right)$	90,39 кПа

Избыточное давление взрыва превышает 5 кПа на расстоянии 30 м. Рассчитанные значения соответствуют расстояниям до ближайших объектов, указанных в таблице 11.

Таблица 11 – Расстояния до ближайших объектов

Объект расположенный вблизи АЗС	Расстояние от геометрического центра паровоздушного облака, м
Жилые здания по пр-ту К. Маркса	150
Жилые здания по 50-лет Магнитки	135
Гостевая автостоянка	20
Остановка общественного транспорта	75
Строящееся здание за АЗС	60

Исходя из приведенного расчета можно сказать, что не безопасный радиус нахождения человека при разгерметизации цистерны и проливе продуктов составляет более 375 м. Площадка АЦ относится к категории АН так как она используется для слива ЛВЖ с температурой вспышки меньше 28°C и при аварии избыточное давление взрыва превышает 5 кПа.

3.8 Определение интенсивности теплового излучения

Интенсивность теплового излучения рассчитывают для двух случаев пожара (или для одного из них, который может быть реализован в данной технологической установке) по [9]:

- пожар проливов ЛВЖ
- «огненный шар» – крупномасштабное диффузионное горение, реализуемое при разрыве резервуара с горючей жидкостью или газом под давлением с воспламенением содержимого резервуара.

3.8.1 Расчет интенсивности теплового излучения при пожаре пролива ЛВЖ

В рассматриваемом нами варианте аварии происходит горение пролива ЛВЖ, поэтому интенсивность теплового излучения будет определяться из соотношения:

$$q = E_f \cdot E_q \cdot \tau, \quad (29)$$

где E_f – среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени, кВт · м⁻²;

E_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

Значение E_f принимается на основе имеющихся экспериментальных данных.

Для бензина указанные данные приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Среднеповерхностная плотность теплового излучения

Топливо	$E_f, \text{кВт}\cdot\text{м}^2$					$m, \text{кг}/\text{м}^2\cdot\text{с}$
	$d=10 \text{ м}$	$d=20 \text{ м}$	$d=30 \text{ м}$	$d=40 \text{ м}$	$d=50 \text{ м}$	
Бензин	60	47	35	28	25	0,06

Для определения величины E_f необходимо знать значение эффективного диаметра пролива, которое определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}, \quad (30)$$

где F – площадь пролива, м^2 ;

Из таблицы 6 выбираем значение величины E_f . Используя метод интерполяции при эффективном диаметре 44,04 м оно будет равно 26,79 $\text{кВт}\cdot\text{м}^2$. Формула для определения эффективного диаметра методом интерполяции (31).

$$E_f = y = y_2 + \frac{y_1 - y_2}{x_1 - x_2} (x - x_2), \quad (31)$$

Угловой коэффициент облученности определяется по формуле (32):

$$E_q = \sqrt{F_v^2 + F_n^2}, \quad (32)$$

где F_v, F_n – факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, определяемые с помощью выражений:

$$F_v = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{S} \left(\frac{h}{\sqrt{S^2-1}} \right) - \frac{h}{S} \left\{ \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2-1}} \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(A+1)(S-1)}{(A-1)(S+1)}} \right) \right\} \right], \quad (33)$$

где h , S , A , B – параметры, определяемые по формулам (35 – 38).

$$F_H = \frac{1}{\pi} \left[\frac{B^{-1}/S}{\sqrt{B^2-1}} \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(B+1)(S-1)}{(B-1)(S+1)}} \right) - \frac{(A^{-1}/S)}{\sqrt{A^2-1}} \operatorname{arctg} \left(\sqrt{\frac{(A+1)(S-1)}{(A-1)(S+1)}} \right) \right], \quad (34)$$

где A – параметр, определяющийся по формуле (35).

$$A = \frac{h^2 + S^2 + 1}{2S}, \quad (35)$$

где h – параметр, определяющийся по формуле (36).

$$h = \frac{2H}{d}, \quad (36)$$

где H – длина пламени, м, определяемая по формуле (39).

$$S = \frac{2r}{d}, \quad (37)$$

где r – расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, м.

Расстояние от центра пролива до облучаемого объекта принимаем равным $r = 50$ м;

$$B = \frac{1+S^2}{2S}, \quad (38)$$

Определим длину пламени по формуле (39):

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$H = 42d \left(\frac{M}{\rho_{\text{в}} \sqrt{g \cdot d}} \right)^{0,61}, \quad (39)$$

где M – удельная массовая скорость выгорания топлива, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$;

ρ – плотность окружающего воздуха, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$.

Результаты расчетов сведены в таблицу 13.

Таблица 13 – результаты расчетов при третьем сценарии

Искомый параметр	Формула с подставленными числовыми значениями	Результат
d	$\sqrt{\frac{4 \cdot 1522,5}{3,14}}$	44,04 м
E_f	$25 + \frac{28 - 25}{40 - 50} (44,04 - 50)$	26,79
H	$42 \cdot 44,04 \left(\frac{0,06}{1,29 \sqrt{9,81 \cdot 44,04}} \right)^{0,61}$	44,73 м
F_v	$0,3 \cdot 1,267$	0,38
F_n	$0,3 \cdot 0,6933$	0,208
E_q	$\sqrt{0,144 + 0,043}$	0,187
B	$\frac{1 + 2,27^2}{2 \cdot 2,27}$	1,36
S	$\frac{2 \cdot 50}{44,04}$	2,27
h	$\frac{2 \cdot 44,73}{44,04}$	2,03
A	$\frac{2,03^2 + 2,27^2 + 1}{4,54}$	2,24
q	$26,79 \cdot 0,187 \cdot 0,98$	4,91 $\text{кВт} \cdot \text{м}^{-2}$

Коэффициент пропускания атмосферы определяется из выражения (40):

$$\tau = \exp[-7,0 \cdot 10^{-4}(r - 0,5d)], \quad (40)$$

Коэффициент пропускания атмосферы равен 0,98.

Интенсивность теплового излучения на расстоянии 50 м от центра при пожаре пролива бензина на площадке слива АЦ равна $4,91 \text{ кВт}\cdot\text{м}^{-2}$.

При интенсивности теплового излучения равном $4,91 \text{ кВт}\cdot\text{м}^{-2}$ в радиусе 50 метров от площадки АЦ пребывание человека безопасно, при условии наличия брезентовой одежды. Зависимость степени поражения от предельно допустимых значений интенсивности теплового излучения представлены в таблице 14.

Таблица 14 – предельно допустимые значения интенсивности теплового излучения

Степень поражения	Предельно допустимые значения интенсивности теплового излучения, $\text{кВт}/\text{м}^2$
Без негативных последствий в течении длительно времени	1,4
Безопасно для человека в брезентовой одежде	4,2
Непереносимая боль через 3-5 с	10,5
Воспламенение древесины с шероховатой поверхностью (влажность 12%) при длительности облучения 15 мин	12,9
Воспламенение древесины, окрашенной масляной краской по строганной поверхности; воспламенение фанеры	17,0

3.8.2. Расчет интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара»

Интенсивность теплового излучения будет определяться из соотношения (41):

$$q = E_f \cdot F_q \cdot \tau, \quad (41)$$

где E_f – среднеповерхностная плотность теплового излучения;

пламени, $\text{кВт}\cdot\text{м}^{-2}$;

F_q – угловой коэффициент облученности;

τ – коэффициент пропускания атмосферы.

Значение E_f принимается на основе имеющихся экспериментальных данных.

Допускается принимать E_f равной $350 \text{ кВт}/\text{м}^2$.

Значение F_q определяется по формуле (42):

$$F_q = \frac{D_s^2}{4(H^2 + r^2)}, \quad (42)$$

где H – высота центра «огненного шара», м. Величину H допускается принимать равной D_s ;

D_s – эффективный диаметр «огненного шара», м;

r – расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром «огненного шара», $r=20$ м.

Определим эффективный диаметр «огненного шара» по формуле (43):

$$D_s = 6,48m^{0,325}, \quad (43)$$

где m – масса продукта, поступившего в окружающее пространство, кг.

Массу продукта найдем из неравенства (44):

$$m = \rho \cdot V, \quad (44)$$

где ρ – плотность бензина, кг/м^3 ;

$\rho = 750 \text{ кг/м}^3$;

V – объем цистерны, м^3 ;

$V = 8,6 \text{ м}^3$.

Коэффициент пропускания атмосферы для «огненного шара» рассчитывается по формуле (45):

$$\tau = \exp \left[-7 \cdot 10^{-4} \sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2} \right], \quad (45)$$

Тогда интенсивность теплового излучения для «огненного шара» равна $93,83 \text{ кВт/м}^2$.

Найдем время существования «огненного шара» по формуле (46):

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

$$t_s = 0,852m^{0,26}, \quad (46)$$

Определим дозу теплового излучения Q при воздействии «огненного шара» на человека по формуле (47):

$$Q = q \cdot t_s, \quad (47)$$

Доза теплового излучения при воздействии «огненного шара» во много раз превышает минимальные допустимые дозы, приведенные в таблице 16. На основании расчетов, сведенных в таблицу 15, можно сказать что нахождение человека в 20 метрах от центра огненного шара приведет к его гибели.

Таблица 15 – Значения параметров при развитии четвертого сценария

Искомый параметр	Формула с подставленными числовыми значениями	Результат
D_s	$6,48 \cdot 9750^{0,325}$	128,23 м
m	$\rho \cdot V = 750 \cdot 13$	9750 кг
F_q	$\frac{128,23^2}{4(128,23^2 + 20^2)}$	0,244
τ	$\exp[-7 \cdot 10^{-4} \cdot 129,78 - 64,12]$	1,45
q	$1,45 \cdot 350 \cdot 0,244$	93,83 кВт/м ²
t_s	$0,852 \cdot 9750^{0,26}$	9,28 с
Q	$q \cdot t_s = 93830 \cdot 9,28$	870742,4 Дж/м ²

Таблица 16 – значение предельно допустимых доз теплового излучения при воздействии «огненного шара»

Степень поражения	Доза теплового излучения, Дж/м ²
Ожог 1-й степени	$1,2 \cdot 10^5$
Ожог 2-й степени	$2,2 \cdot 10^5$
Ожог 3-й степени	$3,2 \cdot 10^5$

3.9. Расчет категорий помещений по пожарной и взрывопожарной опасности

Помещения условно обозначенные – Торговый зал.

В торговом помещении находятся два отсека. В первом отсеке на Металлических стеллажах расположены продукты питания, во втором отсеке автомасла для дизельного двигателя, тормозные колодки, автокосметика, топливные фильтры. Согласно исходным данным площадь размещения пожарной нагрузки составляет 130 м^2 .

Низшая теплота сгорания для древесины составляет $13,8 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Пожарная нагрузка будет равна $Q = 55 \cdot 13,8 = 759 \text{ МДж}$.

Удельная пожарная нагрузка, определяемая по формуле (49) составит $5,8 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$:

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (48)$$

Это значение соответствует категории В4.

Помещения условно обозначенные – Продуктовый склад.

В торговом помещении находятся металлические стеллажи, на которых расположены картонные коробки с продуктами питания. Общая масса картона на этом участке ориентировочно составляет 10 кг .

Согласно исходным данным площадь размещения пожарной нагрузки составляет 8 м^2 .

Низшая теплота сгорания для картона составляет $13,4 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Пожарная нагрузка будет равна $Q = 10 \cdot 13,4 = 134 \text{ МДж}$.

Это значение соответствует категории В4.

Помещения условно обозначенные – Холодный склад масел.

В помещении расположены металлические стеллажи, на которых хранятся в пластиковых емкостях масла (Дизель-М-8ДМ, 80 W-85, трансмиссионное ТМ-4 для дизельных и автомобильных двигателей).

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

Низшая теплота сгорания для масла составляет $41,87 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$. Пожарная нагрузка будет равна, $Q = 450 \cdot 41,87 = 18841,5 \text{ МДж}$.

Удельная пожарная нагрузка составит $3140,25 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-2}$.

Это значение соответствует категории В1.

Таким образом можно сделать вывод о том, что все помещения в здании автозаправочной станции соответствуют своим категориям помещений по пожарной опасности.

3.10 Проверка соответствий противопожарной защиты технологического процесса требованиям пожарной безопасности

На основании нормативного документа [18] проведена проверка соответствия требованиям пожарной безопасности автозаправочной станции. Результаты проверки с нормативным и фактическим состоянием объекта с ссылками на пункты нормативного документа отражены в таблице 17. В столбце «выводы о соответствии» отмечены факты нарушения или соответствия пунктов.

Проверки АЗС осуществляются с применением проверочных листов. В них перечислены основные требования пожарной безопасности в отношении рассматриваемого объекта. Нормы пожарной безопасности для автомобильных заправочных станций – основной документ, в котором перечислены требования пожарной безопасности в отношении автомобильных заправочных станций.

Данные нормы устанавливают требования пожарной безопасности, предъявляемые к технологическому оборудованию, строительной части, размещению и генеральным планам автозаправочных станций, предназначенных для приема, хранения и заправки наземных транспортных средств моторным топливом. Нормы не распространяются на автомобильные газозаправочные станции, а также на автомобильные газонаполнительные компрессорные станции, эксплуатирующиеся в качестве топливозаправочных пунктов производственных предприятий газовой промышленности.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Таблица 17 – Проверка соответствия АЗС требованиям [22] в части соблюдения требований пожарной безопасности

Что проверяется	Принято по проекту, м	Требуется по нормам, м	Ссылка на пункты НПБ 111-98*	Вывод о соответствии
Расстояние от АЗС до:				
– производственные предприятия	750	15	Табл.1 п.12	Соотв.
– жилых и общественных зданий	135	25	Табл.1 п.12	Соотв.
– автомобильных дорог общей сети	50	12	Табл.1 п.12	Соотв.
Расстояние от подземных резервуаров АЗС до:				
– топливо раздаточных колонок	4	4	Табл.2 п.13	Соотв.
– зданий 1 и 2 степени огнестойкости	12	9	Табл.2 п.13	Соотв.
– площадки для стоянки транспортных средств	15	6	Табл.2 п.13	Соотв.
Расстояние от топливораздаточных колонок до:				
– зданий 1 и 2 степени огнестойкости	9	9	Табл.2 п.13 п.29	Соотв.
– очистных сооружений	5	4	Табл.2 п.13	Соотв.
– площадка для стоянки транспортных средств	10	9	Табл.2 п.13	Соотв.
Расстояние от площадки для АЦ до:				
– зданий 1 и 2 степени огнестойкости	8	9	Табл.2 п.13	Не соотв.
– площадка для стоянки транспортных средств	12	9	Табл.2 п.13	Соотв.

Продолжение таблицы 17

Что проверяется	Принято по проекту, м	Требуется по нормам, м	Ссылка на пункты НПБ 111-98*	Вывод о соответствии
Расстояние от зданий 1 и 2 степени огнестойкости до:				
– очистных сооружений	12	9	Табл.2 п.4	Соотв.
– площадки для стоянки транспортных средств	3	9	Табл.2 п. 4	Не соотв.
Расстояние от края площадки для АЦ до наземно расположенного технологического оборудования, конструкций навесов	2	2	п. 15	Соотв.
Движение автотранспорта, въезды и выезды	Одностороннее раздельное	Одностороннее раздельное	п.17	Соотв.
Степень огнестойкости здания АЗС	1	1,2 или 3а	п.22	Соотв.
Материал навесов	Негорючий	Негорючий	п.30	Соотв.
Защита от повреждения топливораздаточных колонок	Установлены на островки	Требуется	п. 33	Соотв.
Покрытие проездов, заправочных островков	Стойкое к воздействию нефтепродуктов	Стойкое к воздействию нефтепродуктов	п. 33	Соотв.
Высота наземной части колодцев до инженерных коммуникаций	0,1	0,05	п.34	Соотв.
Высота отбортовки для АЦ	0,095	0,15	п.35	Не соотв.

Продолжение таблицы 17

Что проверяется	Принято по проекту, м	Требуется по нормам, м	Ссылка на пункты НПБ 111-98*	Вывод о соответствии
Въезд на площадку АЦ	Пандусы не установлены	Пандусы	п.35	Не соотв.
Наличие аварийного резервуара	Предусмотрено	Требуется	п.35	Соотв.
Наличие сливного трубопровода	Предусмотрено	Требуется	п.35	Соотв.
Сливной трубопровод ливневых стоков на площадке АЦ	Отсутствует	Требуется. Должен оснащаться запорной арматурой	п.35	Не соотв.
Оборудование АЗС молниезащитой	Предусмотрено II категории	РД 34.21.122-87 не ниже 2 категории	п.40	Соотв.
Автоматическая блокировка подачи топлива ТРК при номинальном заполнении топливного бака	Предусмотрено	Требуется	п.44	Соотв.
Система контроля герметичности резервуара	Предусмотрено	Требуется	п.46	Соотв.
Линия рециркуляции паров топлива	Отсутствует	Рекомендовано	п.62	Не соотв.
Системы обеспечивающие при заполнении автоматическую сигнализацию и прекращение наполнения резервуара не более чем за 5 с.	Предусмотрено	Требуется	п.54	Соотв.

Продолжение таблицы 17

Что проверяется	Принято по проекту, м	Требуется по нормам, м	Ссылка на пункты НПБ 111-98*	Вывод о соответствии
Наполнение резервуаров топливом из АЦ	Подземно с использованием, гидрозатвора по линии заполнения резервуара	Подземно с использованием устройств препятствие распространению пламени по линии наполнения резервуара	п.60	Соотв.
Наличие запорной арматуры между местом подсоединения напорно-всасывающего рукава АЦ и трубопровода налива	Предусмотренно	Требуется	п.61	Соотв.
Обесшламливание и испытание на герметичность	Закрытым	Закрытым	п.65	Соотв.
Снабжение крышек, заглушек, соединение фланцев, расположенных на топливном оборудовании прокладками	Из искробезопасных материалов, устойчивых к воздействию нефтепродуктов	Должны выполнены из искробезопасных материалов устойчивых к воздействию нефтепродуктов	п.68	Соотв.
Стенки технологических колодцев резервуаров	Выполнены из дерева обитого железом без заполнения свободного пространства негорючими материалами	Должны выполняться из негорючего материала при условии заполнения свободного пространства негорючими материалами	п.61	Не соотв.

Продолжение таблицы 17

Что проверяется	Принято по проекту, м	Требуется по нормам, м	Ссылка на пункты НПБ 111-98*	Вывод о соответствии
Заземление технологических устройств	Оснащены устройствами для подсоединения оборудования к контуру заземления АЗС	Должны оснащаться устройствами для подсоединения оборудования к контуру заземления АЗС	п.71	Соотв.
Отключение электропитания на АЗС	Централизованное	Должно быть централизованным	п.72	Соотв.

Выводы по разделу три

По результатам проверки выявлены следующие нарушения требований норм и правил пожарной безопасности:

- площадка для АЦ не оборудована пандусами (пологими бортами площадки) для безопасного въезда и выезда автоцистерны;
- нарушена высота отбортовки по периметру площадки слива топлива из АЦ в резервуары [14, п.35];
- технологические колодцы выполнены из горючих материалов без заполнения негорючими материалами [14, п.61];
- отсутствует рекомендованная система рециркуляции паров [14, п.62];
- отсутствует трубопровод слива ливневых стоков на площадке АЦ [14, п.35].

По результатам расчетов выявлены наиболее опасные ситуации аварий на АЗС. Самыми опасными являются:

- Разгерметизация линии подачи, вследствие поломки ТРК и выход топлива на территорию АЗС. По результатам расчетов величина избыточного давления взрыва при сгорании топливно-воздушной смеси, образовавшейся при проливе топлива на расстоянии 15 метров от ТРК равна 81,4 кПа, а интенсивность теплового излучения от пожара такого пролива равна $4,91 \text{ кВт}\cdot\text{м}^{-2}$, такая величина вызывает у

человека, стоящего на расстоянии 50 метров от ТРК, непереносимую боль через 3-5 секунд.

– Разгерметизация АЦ и вследствие этого полный слив топлива из емкости, а так же перелив за отбортовку. В результате проведенных расчетов величина избыточного давления взрыва при сгорании топливно-воздушной смеси, образовавшейся в результате пролива топлива, на расстоянии 30 метров от площадки для АЦ равна 393,186 кПа, а диаметр огненного шара равен 128,23 метров, при этом доза излучения на расстоянии 20 метров от центра шара равна 870742,4 Дж/м², это почти в три раза превышает значение дозы излучения, необходимого для получения ожога 3 степени, 320000 Дж/м².

В результате расчетов было выявлено, что при таких авариях зоны, где избыточное давление взрыва превышает 5кПа соответствуют 30 и 90 метров. Радиус разрушений довольно большой, выходит за территорию АЗС и затрагивает жилые дома, расположенные поблизости, дороги и остановки. Была доказана опасность данного объекта. Чтобы предупредить появления аварийных ситуаций такого рода, необходимо внедрить специальную систему мероприятий по повышению пожарной безопасности, разработанную конкретно для данной АЗС

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

4 РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Анализ пожарной безопасности, проведенный в предыдущей главе данной дипломной работы, позволил узнать степень незащищенности от взрывов и пожаров предприятия АЗС «Нежная», в следствие этого в четвертой главе будет предложен ряд инженерно-технических решений по совершенствованию пожарной безопасности на рассматриваемой автозаправочной станции.

4.1 Система рециркуляции паров

Рециркуляция – это неоднократное возобновление потока газов, жидких веществ в технологическом процессе с целью контролирования концентрации и температуры смеси и повышения выхода главного вещества. Предлагаемая система рециркуляции обеспечит повышение уровня пожарной безопасности АЗС в процессе слива топлива из автоцистерны для перевозки светлых нефтепродуктов в резервуары.

При каждом сливе бензина в резервуар в атмосферу выходит с парами ЛВЖ от 1 до 3,6 литров бензина на каждый кубометр пара, в зависимости от времени года и температуры окружающей среды эти показатели могут варьироваться. Кроме того, в следствии «малого дыхания» из резервуаров для хранения топлива выходит в атмосферу через дыхательную арматуру некоторое количество паров из-за суточных колебаний температуры окружающего воздуха с интенсивностью 3-70 м³/час (в основном в надземных резервуарах).

В России АЗС по выдаче жидкого моторного топлива выбрасывают в течение года более 140 тысяч тонн паров топлива. В Германии же такой показатель составляет 145 тысяч паров углеводородов, В Англии – более 120 тысяч тонн.

Количество бензина, теряемого в результате «больших и малых дыханий» эксперты разных стран оценивают по разному, согласно расчету, который мы провели. При сливе 13 м³ топлива в резервуар вместимостью 50 куб. метров в атмосферу через дыхательную арматуру резервуара выбрасывается 39,5 кг паров. Объем

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

местной зоны взрывоопасной концентрации при безветренной погоде составил практически 5000 м³. Если в зоне распространения паров окажется источник зажигания вблизи дыхательной арматуры или площадки АЦ возможно возникновение взрыва и дальнейшее распространение пожара.

Предлагаемое мероприятие позволит исключить выход паров топлива из дыхательной арматуры в процессе слива топлива в резервуар, за счет замкнутой системы газообмена между резервуаром и цистерной, представленной на рисунке 4.

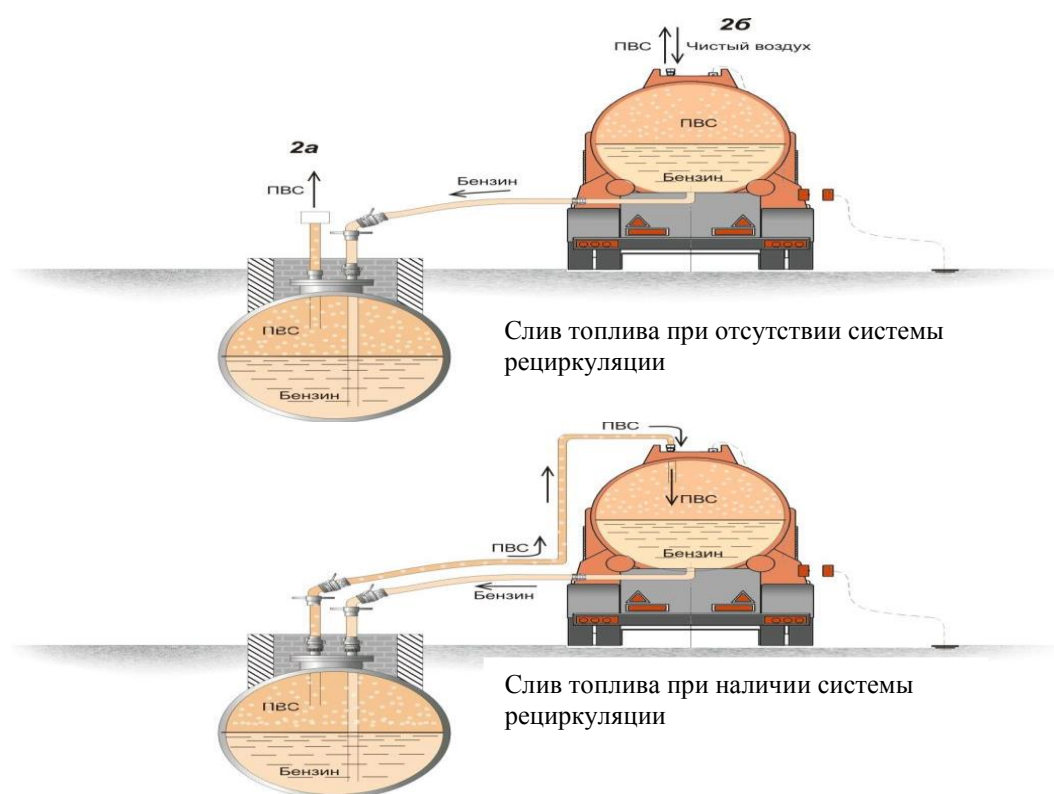


Рисунок 4 – Предлагаемая схема рециркуляции паров при сливе

Для реализации данной схемы необходимо:

а) от дыхательной арматуры АЗС проложить трубопровод в виде рукава для рециркуляции к сливному люку АЦ, соединить трубопровод фланцевым соединением с УРП–50;

б) автоцистерна должна иметь газопроводящий коллектор, который соединен со свободным пространством грузовых отсеков и оканчивающийся огнепреградителем и специальным разъемом;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

в) гибкий рукав с быстроразъемным соединением, стыкующийся с разъемом автоцистерны. Второй конец рукава нанизывается на УРП–50 и закрепляется хомутом. Производим слив;

г) при сливе бензина будет увеличиваться концентрация паров в цистерне. При сливе 10 кубометров бензина в цистерну поступит примерно столько же паров бензина, а это при температуре 20 градусов Цельсия примерно 50 литров бензина, для сохранения и перевода данного объема пара в бензин возможно применение установки утилизации паров (УУП);

Для присоединения линии деаэрации трубопроводов паровой фазы резервуара с емкостью АЦ дипломным проектом предложено использование узла УРП – 50, представленного на рисунке 5. Узел УРП – 50 выполнен из не искрового материала (алюминия). Присоединение узла УРП – 50 к трубопроводу осуществляется нижней полумуфтой. При этом происходит соединение линии деаэрации резервуара с линией рециркуляции паров бензовоза с помощью верхней полумуфты, которая блокирует самопроизвольное разъединение узла. При расстыковке основных частей осуществляет автоматическое перекрытие линии рециркуляции паров.



Рисунок 5 – Узел подключения рециркуляции паров УРП – 50

Внедрение системы рециркуляции паров в процесс наполнения резервуаров для хранения жидкого моторного топлива бензином и дизельным топливом из цистерны позволит получить следующие преимущества:

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

– Сократить потери топлива в виде паров вследствие большого дыхания в резервуарах для хранения.

– Отсутствие зоны взрывоопасной концентрации вокруг дыхательной арматуры резервуаров. По проведенным расчетам объем местной зоны взрывоопасной концентрации при безветренной погоде составил практически 5000 м^3 . При задействовании системы рециркуляции этот объем уменьшается практически до нуля.

– Полное отсутствие угрозы взрыва, опасного для жизни и здоровья людей.

4.2 Восстановление отбортовки по периметру площадки слива нефтепродуктов и ограждения территории АЗС

Дипломным проектом предусмотрено выполнение отбортовки, по причине неисправности части отбортовки фактическая ее высота равна $0,095 \text{ м}$ (рисунок 6), при требуемой не менее $0,15 \text{ м}$. С целью увеличения объема вмещаемой жидкости при проливе на площадке АЦ предлагаю увеличить длину отбортовки на 5 метров, так как один метр отбортовки при ширине площадки 3 метра и высоте отбортовки $0,15 \text{ метров}$ вместит 500 литров пролитой жидкости.

Так же на площадке устанавливается дождеприемный колодец для сбора дождевых и талых вод.



Рисунок 6 – Состояние отбортовки на площадке для АЦ

В данном случае площадка для АЦ будет иметь размеры $15 \times 3 \times 0,15 \text{ м}$. Объем жидкости вмещаемый площадкой равен $6,75 \text{ м}^3$, при проливе всего объема ци-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

стерны объем жидкости вышедшей наружу уменьшится больше чем в два раза $13 - 6,75 = 6,25 \text{ м}^3$. С северной стороны АЗС по направлению уклона за площадкой для АЦ и резервуарами предложено так же сделать ограждения территории бордюром камнем, высотой не менее 15 см.

В случае полного разлива объема цистерны жидкость, вышедшая из отбортовки будет распространяться в направлении уклона к бордюру. За счет ограждения территории АЗС бордюром камнем площадь разлива будет ограничена частью площади территории АЗС.

Рассчитываем площадь разлива исходя из объема топлива вышедшего за отбортовку по формуле (49):

$$F = V \cdot F_{л}, \quad (49)$$

где V – объем топлива, вышедший за отбортовку;

Площадь участка АЗС от начала отбортовки и до бордюра равна 800 м^2 принимаем что площадь разлива топлива будет равна 800 м^2 .

Радиус $R_{\text{нкпр}}$ (м) и высота $Z_{\text{нкпр}}$ (м) зоны, ограничивающие область концентраций, превышающих нижний концентрационный предел распространения пламени (далее - НКРП), при неподвижной воздушной среде определяется по формулам (50) и (51):

$$Z_{\text{нкпр}} = 0,26 \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{г}} \cdot C_{\text{нкпр}}} \right)^{0,33}, \quad (50)$$

где $m_{\text{п}}$ - масса паров ЛВЖ, поступивших в открытое пространство за время испарения, кг;

$$R_{\text{нкпр}} = 7,8 \left(\frac{m_{\text{п}}}{\rho_{\text{г}} \cdot C_{\text{нкпр}}} \right)^{0,33}, \quad (51)$$

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

где $C_{\text{НКПР}}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени паров бензина, $C_{\text{НКПР}}=1,04$ % об;

$\rho_{\text{г}}$ – плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре и атмосферном давлении, кг/м³. Плотность паров ЛВЖ была рассчитана ранее и, она равна 3,74 кг/м³;

$m_{\text{п}}$ – масса паров ЛВЖ в кг, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, рассчитываем по формуле (52).

$$m_{\text{п}} = W \cdot F_{\text{и}} \cdot T, \quad (52)$$

где W - скорость испарения, кг·с⁻¹·м⁻², рассчитываемую по формуле (53).

$$W = 10^{-6} \sqrt{M} \cdot P_{\text{н}}, \quad (53)$$

где $F_{\text{и}}$ – площадь поверхности испарения, м²;

T – принимается как время полного испарения жидкости, но не более 3600с. T принимаем равным 3600с.

Величина избыточного давления ΔP , кПа, развиваемого при сгорании паровоздушной смеси, определяется по формуле (54).

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(\frac{0,8m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5m_{\text{пр}}}{r^3} \right), \quad (54)$$

где P_0 – атмосферное давление, кПа, $P_0=101,3$ кПа;

$m_{\text{пр}}$ – приведенная масса пара, кг, по формуле (55).

$$m_{\text{пр}} = \left(\frac{Q_{\text{сг}}}{Q_0} \right) m \cdot Z, \quad (55)$$

где $Q_{\text{сг}}$ – теплота сгорания бензина Дж·кг⁻¹, $Q_{\text{сг}}=43,52 \cdot 10^7$ Дж·кг⁻¹;

Q_0 – константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж·кг⁻¹;

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

m – масса горючих паров, поступивших в окружающее пространство, m=547,2 кг;

Z – коэффициент участия горючих паров в горении, который принимается равным 0,1;

r – расстояние от геометрического центра паровоздушного облака, 30 м.

Вычисленные параметры сведены в таблицу 18.

Таблица 18 – Вычисленные параметры при восстановлении отбортовки

Искомый параметр	Формула для определения параметра с числовыми величинами	
F	$F = 6250 \cdot 0,15$	937,5 м ²
W	$W = 10^{-6} \sqrt{M} \cdot P_H = 10^{-6} \sqrt{93,2} \cdot 19,7$	190,18 × 10 ⁻⁶
m _п	$m_{п} = 190,18 \cdot 10^{-6} \cdot 800 \cdot 3600$	547,2 кг
Z _{нкпр}	$Z_{нкпр} = 0,26 \left(\frac{547,2}{3,74 \cdot 1,04} \right)^{0,33}$	1,33 м
R _{нкпр}	$R_{нкпр} = 7,8 \left(\frac{547,2}{3,74 \cdot 1,04} \right)^{0,33}$	39,9 м
m _{пр}	$m_{пр} = \left(\frac{Q_{сг}}{Q_0} \right) m \cdot Z = \left(\frac{43,52 \cdot 10^7}{4,52 \cdot 10^6} \right) 547,2 \cdot 0,1$	4.924,8 кг
ΔP	$\Delta P = 101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \times 4.924,8^{0,33}}{30} + \frac{3 \times 4.924,8^{0,66}}{30^2} + \frac{5 \times 4.924,8}{30^3} \right)$	222,86 кПа

Избыточное давление взрыва превышает 5 кПа на расстоянии 30 м. Но данный показатель благодаря выполненным мероприятиям уменьшился в два раза.

Исходя из приведенного расчета можно сказать, что предложенные мероприятия, а именно восстановление отбортовки на площадке для АЦ и ограждение территории АЦ бордюрным камнем. Так же проектом предложена установка на площадке для АЦ сливного трубопровода. Это способствуют уменьшению площади пролива и возможных последствий взрыва. Благодаря установленному на площадке АЦ сливному трубопроводу и стеканию пролитой за отбортовку жидкости

к ливневой канализации происходит быстрый слив пролитой жидкости, что способствует уменьшению масштабов возможного пожара.

4.3 Трубопроводы удаления горючей жидкости и атмосферных осадков с площадки АЦ

Для удаления с площадки АЦ пролитой горючей жидкости применяются трубопроводы аварийного слива, а для удаления атмосферных осадков используется трубопровод ливневой канализации. Т.е. площадка АЦ оборудуется двумя трубопроводами. Фактически на данном объекте на площадке предусмотрен трубопровод аварийного слива, который в связи с его состоянием не функционирует. Слив закрывается деревянной пробкой, она забита в сам трубопровод, и в процессе слива топлива не удаляется от туда. Линии отвода атмосферных осадков на объекте не предусмотрено.



Рисунок 7 – Неисправный трубопровод аварийного слива

Предлагается оборудование данной площадки трубопроводом, ведущим к резервуару для сбора ливневых стоков и проверка соответствия необходимого диаметра сливного отверстия и трубопровода для линии аварийного слива.

Метод расчета диаметра сливных отверстий представлен в [9] Этот метод устанавливает порядок расчета площади сливного отверстия в ограничивающем

жидкость устройстве (площадке АЦ), при котором исключается, перелив жидкости через борт площадки.

Исходные данные:

- площадь поперечного сечения трубопровода АЦ, $\sigma=0,008 \text{ м}^2$;
- площадь поперечного сечения цистерны, $F_a=5,7 \text{ м}^2$;
- высота уровня жидкости над трубопроводом, $H=1 \text{ м}$;
- высота борта поддона, $L=0,15 \text{ м}$.

По исходным данным определим расход бензина из цистерны по формуле (56).

$$Q = \varphi \cdot \sigma \sqrt{2g \cdot H}, \quad (56)$$

где $\varphi=0,65$ - коэффициент истечения жидкости через отверстие;

σ – площадь сечения трубопровода, $\sigma=0,008 \text{ м}^2$;

g – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$;

H – высота уровня жидкости над трубопроводом, $H=1 \text{ м}$.

Определяем коэффициент m , характеризующий отношение объема жидкости в аппарате к объему жидкости в поддоне по формуле (57).

$$m = \frac{F_a \cdot H}{F_n \cdot h_{\max}}, \quad (57)$$

где F_n – площадь площадки для АЦ, $F_n=30 \text{ м}^2$;

$h_{\max}=0,8L$.

Так как $m > 1$, то порядок расчета площади аварийного трубопровода следующий:

Определяется значение параметра b (58):

$$b = \ln \left[\sqrt{\frac{F_a \cdot H}{F_n \cdot h_{\max}} \left(1 + \sqrt{\frac{Q}{Q_{\max}} \sqrt{\frac{H}{H+H_p}}} \right)} \right], \quad (58)$$

По таблице определяем зависимость параметра a от значения параметра b при b равном 0,37 параметра равен 0,269.

Площадь трубопровода аварийного слива будет определяться по формуле (59):

$$f = 2a \cdot \sigma \times \sqrt{\frac{F_n}{F_a}}, \quad (59)$$

Из соотношения (60) определяем диаметр аварийного трубопровода.

$$f = \pi \cdot r^2, \quad (60)$$

Результаты расчетов занесены в таблицу 19.

Таблица 19– Результаты расчетов водопроводов удаления жидкостей

Искомый параметр	Формула для определения параметра с числовыми величинами	
Q	$Q = \varphi \cdot \sigma \sqrt{2g \cdot H} = 0,65 \cdot 0,008 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1}$	0,023 м ³ /с
m	$m = \frac{F_a \cdot H}{F_n \cdot h_{\max}} = \frac{5,7 \cdot 1}{30 \cdot 0,8 \cdot 0,15}$	1,58
b	$b = \ln \left[\sqrt{\frac{5,7 \cdot 1}{30 \cdot 0,12} \left(1 + \sqrt{\frac{0,023}{0,02} \sqrt{\frac{1}{1 + 1,28}}} \right)} \right]$	0,370
f	$f = 2a \cdot \sigma \times \sqrt{\frac{F_n}{F_a}} = 2 \cdot 0,269 \cdot 0,02 \times \sqrt{\frac{30}{5,7}}$	0,025 м ²
r	$r = \sqrt{\frac{0,025}{3,14}}$	0,090 м

Исходя из расчета площадка должна быть оборудована трубопроводом для аварийного слива диаметром 90 мм.

Для перекрытия трубопровода ливневой канализации во время слива топлива предлагаю оборудовать трубопроводы фланцевой заглушкой с болтами, ко-

торая будет перекрывать один из трубопроводов в промежутках между операциями слива. Она изображена на рисунке 8.



Рисунок 8 – Фланцевая заглушка для трубопроводов

4.4 Замена люков технологических приемков (колодцев)

Согласно требованиям пожарной безопасности, на автозаправочных станциях стенки люков технологических приемков (колодцев) над резервуарами должны выполняться из негорючих материалов или трудногорючих при условии заполнения свободного пространства негорючими материалами. На данном объекте данные люки выполнены из дерева, обитого железом на рисунке 9, при этом группа горючести древесины ГЗ-Г4, что далеко от показателей требуемой группы горючести Г1.



Рисунок 9 – Люк технологического приемка (колодца)

Дипломным проектом предлагается замена люков технологических (прямоугольных) колодцев на люки, выполненные из негорючих материалов. Примером таких люков может служить продукция компании «АЗС Комплект», которая производит люки технологических отсеков моделей «ВН» различных размеров на рисунке 10 для предотвращения несанкционированного доступа к технологическому оборудованию резервуара и защиты от атмосферных осадков. Люк изготовлен из листового алюминия толщиной 2-2,5 мм с полимерным покрытием. Конструкция изделия предусматривает возможность фиксации крышки люка в открытом (вертикальном) положении.

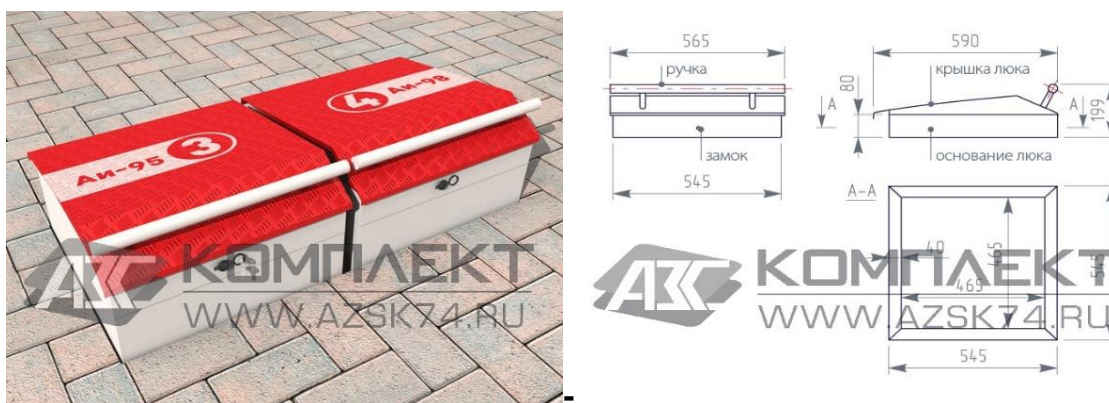


Рисунок 10 – Люк технологического отсека ВН 465*465

4.5 Восстановление ливневой канализации по периметру территории АЗС

Ливневая канализация играет очень важную роль в функционировании АЗС. Все загрязненные нефтепродуктом осадки стекают в отдельный резервуар. Так же при возникновении аварийной ситуации с растеканием топлива по территории АЗС, оно может стекать в данный резервуар, тем самым можно уменьшить площадь разлива. Площадь разлива при выходе из строя ТРК составляет 15 метров квадратных. На данной АЗС существует своя система отвода ливневых стоков в отдельный резервуар ливневой канализации, от туда вся жидкость выкачивается через люк и утилизируется. Эта система обеспечивает отвод воды со всей площадки на которой расположены ТРК, она организована по периметру со стороны уклона территории для заправочных островков. Это система в данный момент времени не функционирует, лотки засорены грязью Это произошло из-за отсут-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

ствия контроля за их состоянием, лотки полностью засыпаны землей, и так как она там уже довольно большой промежуток времени, земля находится в утрамбованном состоянии. Засыпанные дренажные лотки располагаются в непосредственной близости от ТРК, ее восстановление приведет к быстрому сливу нефтепродуктов в резервуар ливневых стоков. Тем самым уменьшит количество паров поступающее в окружающее пространство и возможность образования взрывоопасной концентрации. Неисправная система ливневой канализации, а именно внешний вид засорившихся дренажных лотков представлена на рисунке 11.



Рисунок 11 – Засыпанный ливневый сток канализации

Учитывая наклон площадки, на которой расположены ТРК, пролившееся топливо будет стекать по направлению к данной засорившейся системе. Что позволит сократить площадь разлива. Площадь ограничена дальней угловой ТРК и гра-

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

ницей ливневой канализации равна 8 метром квадратным. Уменьшаем площадь разлива почти вдвое.

Для паров не нагретых легковоспламеняющихся жидкостей горизонтальные размеры зон, ограничивающей область концентраций, превышающих НКПР, определяется по формуле (62):

$$R_{\text{НКПР}} = 3,1501\sqrt{K} \left(\frac{P_n}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,813} \left(\frac{m_n}{\rho_n \times P_n} \right)^{0,333}, \quad (62)$$

где K – коэффициент, принимаемый равным $K=T/3600$ (T – продолжительность поступления ЛВЖ в открытое пространство);

$$K=1;$$

P_n – давление насыщенных паров ЛВЖ при расчетной температуре принимаем исходя из расчетных данных, 19,7 кПа.

$C_{\text{нкпр}}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени паров ЛВЖ, для бензина марки АИ-95=1,04 % (об);

m_n – масса паров ЛВЖ в кг, поступивших в открытое пространство за время полного испарения, но не более 3600 с, рассчитываем по формуле (63).

$$m_n = W \cdot F_u \cdot T, \quad (63)$$

где W – скорость испарения, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$, рассчитываемая по формуле (64).

$$W = 10^{-6} \sqrt{M} \cdot P_n, \quad (64)$$

где F_u – площадь поверхности испарения, м^2 ;

T – принимается как время полного испарения жидкости, но не более 3600с. T принимаем равным 3600с.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Плотность паров ЛВЖ необходимо мы определяли ранее, она равна 3,74 кг/м³.

Следовательно, горизонтальный размер зоны, ограничивающей область концентраций, превышающих НКПР составляет 12,6 м.

Величина избыточного давления ΔP , кПа, развиваемого при сгорании паровоздушной смеси, определяется по формуле (65):

$$\Delta P = P_0 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot m_{\text{пр}}^{0,33}}{r} + \frac{3 \cdot m_{\text{пр}}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 \cdot m_{\text{пр}}}{r^3} \right), \quad (65)$$

где P_0 – атмосферное давление, кПа; $P_0 = 101,3$ кПа;

$m_{\text{пр}}$ – приведенная масса пара, кг (66):

$$m_{\text{пр}} = \left(\frac{Q_{\text{сг}}}{Q_0} \right) \cdot m \cdot Z \quad (66)$$

где $Q_{\text{сг}}$ – теплота сгорания бензина Дж·кг⁻¹; $Q_{\text{сг}} = 43,52 \cdot 10^7$ Дж·кг⁻¹;

Q_0 – константа, равная $4,52 \cdot 10^6$ Дж·кг⁻¹;

m – масса горючих паров, поступивших в окружающее пространство, $m = 10,26$ кг;

Z – коэффициент участия горючих паров в горении, который принимается равным 0,1;

r – расстояние от геометрического центра паровоздушного облака, 15м до конца здания АЗС.

Результаты расчетов при восстановлении ливневой канализации по периметру площадки для автозаправочных островков, а именно восстановление дренажных лотков со стороны уклона площадки для автозаправочных островков сведены в таблицу 20.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

Таблица 20 – Результаты расчетов

Искомый параметр	Формула для определения параметра с числовыми величинами	
W	$W = 10^{-6} \sqrt{93,2} \cdot 19,7$	$190,18 \cdot 10^{-6}$
m_n	$m_n = 190,18 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 3600$	5,4 кг
$R_{НКПР}$	$R_{НКПР} = 3,1501 \left(\frac{19,7}{1,04} \right)^{0,813} \left(\frac{5,4}{3,74 \cdot 19,7} \right)^{0,333}$	12,6 м
$m_{пр}$	$m_{пр} = \left(\frac{Q_{сг}}{Q_0} \right) \cdot m \cdot Z = \left(\frac{43,52 \cdot 10^7}{4,52 \cdot 10^6} \right) 5,4 \cdot 0,1$	48,3 кг
ΔP	$\Delta P = 101,3 \cdot \left(\frac{0,8 \cdot 48,3^{0,333}}{15} + \frac{3 \cdot 48,3^{0,66}}{15^2} + \frac{5 \cdot 48,3}{15^3} \right)$	47,6 кПа

Величина избыточного давления, развиваемого при сгорании паровоздушной смеси при данном виде аварии на расстоянии 15 метров от установки будет составлять 47,6 кПа. На расстоянии радиусом примерно 15 метров от ТРК располагается граница зоны заправки. На расстоянии 45 метров, давление не будет превышать 5 кПа. Следовательно мы уменьшили этот показатель вдвое.

Выводы по разделу четыре

Исходя из анализа пожарной опасности и проведенной проверки АЗС на соблюдения требований пожарной безопасности были предложены к выполнению следующие мероприятия:

- увеличение горизонтальных размеров, в следствии этого уменьшилось расчетное значение величины избыточного давления при сгорании ТВС в два раза, значение стало равным 222,86 кПа;
- оборудование бензовоза и резервуаров системой рециркуляции паров;
- оборудование площадки для АЦ трубопроводом аварийного слива диаметром 90 мм и трубопроводом ливневой канализации;
- замена имеющихся люков технологических приемков на люки из негорючих материалов;
- восстановление сливной канализации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был изучен технологический процесс функционирования автозаправочной станции, на основании проектной документации и личного посещения АЗС проведена экспертиза и анализ состояния пожарной безопасности технологического процесса, а также проверка соответствия объекта требованиям нормативных документов.

В процессе проведения анализа пожарной опасности автозаправочной станции:

– определены категории наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности;

– выявлены возможные причины образования горючей среды на территории АЗС, как при нормальном режиме работы, так и в случае аварийных ситуаций;

– выявлены возможные пути распространения пожара;

– выявлены источники зажигания;

– рассмотрены различные сценарии аварийных ситуаций, приводящих к пожару.

Самые опасные из которых это:

– В результате полной разгерметизации напорного трубопровода линии подачи, происходит выход топлива в течении 2 минут, необходимых для срабатывания автоматической системы отключения, разлив площадью 15 м²;

– В результате разгерметизации цистерны для перевозки бензина произошел пролив топлива на площади 1522,5 м².

Проведены расчеты, в которых были найдены значения критериев пожарной опасности для трех сценариев пожара. Из них выявлено, что самой опасной ситуацией, которая может произойти на АЗС является – полная разгерметизация автоцистерны для перевозки светлых нефтепродуктов, в проливе бензина за поврежденную отбортовку, с последующим возникновением горения, в результате которого образуется давление насыщенного пара при загорании образовавшегося топливно-воздушного облака равного 393,186 кПа. В результате этого происходит

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

полное разрушение здания АЗС, сильные разрушения жилого дома со стороны улицы К.Маркса и средние разрушения дома по 50-лет Магнитки.

По результатам проведенного анализа пожарной опасности технологического процесса можно сделать следующие заключения:

- образование горючей концентраций возможно у бензобака автомобиля как перед заправкой, так и в период его наполнения;
- при нормальном режиме работы в период слива топлива из автоци-стерны в резервуар возможно образование локальных зон ВОК за счет вытесняемых паров нефтепродуктов из топливных резервуаров;
- при разрушении цистерны бензовоза возможно распространение пожара за территорию АЗС.

При проверке соответствия объекта требованиям [18] был выявлен ряд нарушений, на которые были предложены инженерно-технические решения по совершенствованию пожарной безопасности объекта.

Для снижения пожарной опасности функционирования автозаправочной станции необходимо выполнить следующие мероприятия:

- увеличение горизонтальных размеров отбортовки при сохранении ее высоты 150 мм, в следствии этого уменьшилось расчетное значение величины избыточного давления при сгорании ТВС в два раза, значение стало равным 222,86 кПа;
- оборудование бензовоза и резервуаров системой рециркуляции паров;
- оборудование площадки для АЦ трубопроводом аварийного слива диаметром 90 мм и трубопроводом ливневой канализации, оборудовать их запирающие фланцевой заглушкой с болтами;
- замена имеющихся люков технологических прямков на люки из негорючих материалов;
- восстановление сливной канализации.

Разработанные мероприятия и проведенный анализ пожарной опасности позволят обеспечить пожарную безопасность на рассматриваемой АЗС.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		90

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ. – СПб: Изд-во Деан, 2011. – 204 с.
- 2) Постановление Правительства РФ «О противопожарном режиме» №390 от 25.04.2012 г. – Москва: КноРус, 2014. – 86с.
- 3) ГОСТ 7.53–2001. Издания. Международная стандартная нумерация книг. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 3 с.
- 4) ГОСТ 17032-2010. Резервуары стальные горизонтальные для нефтепродуктов. Технические условия. – ЗАО «ЦНИИПСК им. Н.П.Мельникова», 2010. – 34с.
- 5) ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. – М.: Госстандарт СССР, 1991. – 57с.
- 6) ГОСТ 12.3.002-2014. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности. – ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 2014. – 28с.
- 7) ГОСТ 305-2013 Топливо дизельное. Технические условия. – ВНИИ НП, 2013. – 15с.
- 8) ГОСТ 12.3.002-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы производственные. Общие требования безопасности. – ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 2014. – 31с.
- 9) ГОСТ Р 12.3.047-2012. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. - М.: Госстандарт России, 2012. – 59с.
- 10) ГОСТ Р 51105-97 Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия.- М.: Госстандарт России, 1997. – 45с.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

- 11) ГОСТ 1756-2000(ИСО 3007-99) Нефтепродукты. Определение давления насыщенных паров. –Минск: Межгосударственный стандарт, 2000. – 27с.
- 12) СО – 153 - 34.21.122-2003. Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций. – М.: МЭИ, 2003. – 32с.
- 13) СП 156.13130.2014. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности. – ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014. – 42с.
- 14) СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009. – 29с.
- 15) СП 156.13130.2014 Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности. –М: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014. – 57с.
- 16) РСТ-1009-2013.Автоцистерны. Оборудование автоцистерн для транспортирования жтдких опасных продуктов с давлением пара не выше 110 кПа и бензинов. Технические условия, 2013. – 17с.
- 17) Автозаправочные станции. оборудование. эксплуатация. безопасность / В.Г. Коваленко, А.С. Сафонов, А.И. Ушаков, В. Шергалис. – СПб.: НПИКЦ, 2003. – 280 с.
- 18) Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности. НПБ 111-98* Главное управление Государственной противопожарной службы МВД России Москва. 1998. – 84с.
- 19) Анализ пожароопасных ситуаций в резервуарах для хранения светлых нефтепродуктов / С.А Шевцов, Я.Н. Гунько, А.С. Хижниченко, И.А. Быков. – М.: Пожарная безопасность, 2018. – 31-37 с.
- 20) Алексеев, В.М. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств: учебное пособие/ В.М. Мурзин. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1977. – 112 с.

					20.05.01.2020.375 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

- 21) Алексеев, В.М. Пожарная профилактика технологических процессов производств/ М.В. Алексеев, О.М. Волков, Н.Ф. Шатров. – М.: ВИПТШ МВД, 1986. – 128с.
- 22) Баратов, А.Н. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения/ А.Н. Баратов, А.Я. Коральченко, Г.Н. Кравчук. – М. Химия, 1990. – 496 с.
- 23) Боровик, С.И. Пожарная безопасность: учебное пособие к практическим занятиям / С.И. Боровик. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 160 с.
- 24) Волков, О.М. Пожарная безопасность на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов/ О.М. Волков, Г.А. Проскуряков. – М.: Недра, 1981. – 256с.
- 25) Волков О.М., Проскуряков Г.А. Пожарная безопасность на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов, – М.: Недра 1981. – 346с.
- 26) Оценка пожарной опасности «больших дыханий» наземных резервуаров для хранения нефтепродуктов численными методами /С.А. Шевцов, Д.В. Каргашилов, С.В.Потеха, И.А.Быков. – М.: Пожаровзрывобезопасность, 2017. – 43-51 с.
- 27) Шевцов, С.А. Анализ пожарного риска модульной автозаправочной станции / С.А. Шевцов, Д.В. Каргашилов, И.А. Быков. – Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, 2017. – 46-52с.
- 28) Яценко, П.П. Пожарная безопасность автозаправочных станций: учебное пособие / П.П. Мурзин. – Самара: Учебный центр ГПС УВД администрации самарской области, 1998. – 61с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Требования пожарной безопасности на АЗС

Опасные производственные объекты, на которых производятся, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются пожаровзрывоопасные вещества и материалы и для которых обязательна разработка декларации о промышленной безопасности (далее - взрывопожароопасные объекты), должны размещаться за границами поселений и городских округов, а если это невозможно или нецелесообразно, то должны быть разработаны меры по защите людей, зданий и сооружений, находящихся за пределами территории взрывопожароопасного объекта, от воздействия опасных факторов пожара и (или) взрыва. Иные производственные объекты, на территориях которых расположены здания и сооружения категорий А, Б и В по взрывопожарной и пожарной опасности, могут размещаться как на территориях, так и за границами поселений и городских округов. При этом расчетное значение пожарного риска не должно превышать допустимое значение пожарного риска, установленное Федеральным законом от 22.07.2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1]. При размещении взрывопожароопасных объектов в границах поселений и городских округов необходимо учитывать возможность воздействия опасных факторов пожара на соседние объекты защиты, климатические и географические особенности, рельеф местности, направление течения рек и преобладающее направление ветра [19].

При наличии в технологическом оборудовании пожароопасных, пожаровзрывоопасных и взрывоопасных технологических сред или возможности их образования должны разрабатываться мероприятия по обеспечению пожарной безопасности [19].

Технологическое оборудование и связанные с ним технологические процессы должны разрабатываться так, чтобы предотвратить возможность взрыва и (или) пожара в технологическом оборудовании при регламентированных значениях их параметров при нормальном режиме работы. Регламентированные значения параметров, определяющих пожарную и взрывопожарную опасность технологического оборудования и связанных с ним технологических процессов, допустимый диапазон их изменений должны устанавливаться разработчиком указанного оборудования на основании данных о предельно допустимых значениях параметров или их совокупности для участвующих в технологических процессах технологических сред [19].

Руководитель организации обеспечивает в установленные технической документацией сроки очистку и предремонтную подготовку технологического оборудования на автозаправочной станции, в котором обращалось топливо или его пары (резервуары, емкости, трубопроводы и др.) [2].

Степень заполнения резервуаров топливом не должна превышать 95 процентов их внутреннего геометрического объема [2].

Ремонтные и регламентные работы внутри резервуаров можно проводить только при условии, что концентрация паров топлива не превышает 20 процентов нижнего концентрационного предела распространения пламени, и при непрерывном контроле газовой среды [2].

После окончания обесшламливания шлам необходимо немедленно удалить с территории автозаправочных станций [2].

Запрещается перекрытие трубопровода деаэрации резервуара для осуществления рециркуляции паров топлива при сливноналивных операциях [2].

При проведении ремонтных работ на территории автозаправочной станции (в зданиях, сооружениях и на технологической системе) руководитель организации обеспечивает соответствующие меры пожарной безопасности [2].

Наполнение резервуаров топливом следует производить только закрытым способом [2].

Выход паров топлива в окружающее пространство должен быть исключен помимо трубопроводов деаэрации резервуаров (камер) или через дыхательный клапан автоцистерны с топливом [2].

Одновременное наполнение резервуара для хранения топлива из автоцистерны и заправка транспортных средств топливом из других резервуаров автозаправочной станции допускается только на автозаправочных станциях с обособленным проездом для автоцистерны, оборудованной донным клапаном. На других автозаправочных станциях при наполнении резервуаров для хранения топлива присутствие людей, не входящих в число персонала (за исключением водителя автоцистерны), при нахождении на территории автоцистерны не допускается [2].

Процесс наполнения резервуара топливом из автоцистерны должен контролироваться работниками автозаправочной станции и водителем автоцистерны. При этом нахождение на территории автозаправочной станции 2 и более автоцистерн с топливом не допускается [2].

Поясним, что такое донный клапан. Это устройство, спроектированное так, что его затвор находится внутри отсека, а внешний патрубок, или по-другому – колено клапана, имеет место с более тонким сечением, по которому в случае аварии или любом механическом воздействии на сливной патрубок происходит его разрушение. При этом затвор донного клапана остаётся герметичным и предотвращает разлив продукта в окружающее пространство. Таким образом, поддерживается функция безопасной эксплуатации автоцистерны [16].

Операции по наполнению резервуаров автозаправочной станции топливом из автоцистерны, не оборудованной донным клапаном, проводятся в следующей последовательности [2]:

1) установка у заправочной площадки для автоцистерны с топливом и приведение в готовность 2 передвижных воздушно-пенных огнетушителей объемом не менее 100 литров каждый;

2) перекрытие лотка отвода атмосферных осадков, загрязненных нефтепродуктами, с заправочной площадки для автоцистерны с топливом и открытие трубопровода отвода проливов топлива в аварийный резервуар;

3) установка автоцистерны с топливом на предусмотренную для нее площадку, заземление автоцистерны и затем наполнение резервуаров автозаправочной станции. При наличии инвентарного проводника системы заземления автозаправочной станции заземляющий проводник вначале присоединяют к корпусу цистерны, а затем к заземляющему устройству.

При заправке транспортных средств топливом соблюдаются следующие требования [2]:

1) мототехника подается к топливораздаточным колонкам с заглушенными двигателями, пуск и остановка которых производится на расстоянии не менее 15 метров от топливозаправочных колонок, а автомобили – своим ходом;

2) пролитые на землю нефтепродукты засыпают песком или удаляются специально предусмотренными для этого адсорбентами, а пропитанный песок, адсорбенты собирают в металлические ящики и по окончании рабочего дня вывозятся с территории автозаправочной станции;

3) расстояние между стоящим под заправкой и следующим за ним автомобилем должно быть не менее 1 метра, при этом для каждого транспортного средства обеспечивается возможность маневрирования и выезда с территории автозаправочной станции, для чего на покрытие дорог наносится отличительная разметка или иные визуальные указатели.

На автозаправочной станции запрещается [2]:

1) заправка транспортных средств с работающими двигателями;

2) проезд транспортных средств над подземными резервуарами, если это не предусмотрено технико-эксплуатационной документацией;

3) заполнение резервуаров топливом и заправка транспортных средств во время грозы и в случае опасности проявления атмосферных разрядов;

4) работа в одежде и обуви, загрязненных топливом и способных вызывать искру;

5) заправка транспортных средств, в которых находятся пассажиры (за исключением легковых автомобилей);

б) заправка транспортных средств с опасными грузами классов 1 – 9 (взрывчатые вещества, сжатые и сжиженные горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости и материалы, ядовитые и радиоактивные вещества и т.д.), за исключением специально предусмотренных для этого топливозаправочных пунктов;

7) въезд тракторов, не оборудованных искрогасителями, за исключением случаев применения системы нейтрализации отработавших газов, на территорию автозаправочной станции во время осуществления операции по приему, хранению или выдаче бензина.

Запрещается использовать на территории автозаправочной станции устройства с применением открытого пламени, а также теплогенерирующие агрегаты, аппараты и устройства с применением горючих теплоносителей и (или) с температурой на их внешней поверхности, способной превысить (в том числе при неисправности теплогенерирующего аппарата) 90 градусов Цельсия [2].

Автозаправочные станции оснащаются жесткой буксировочной штангой длиной не менее 3 метров для экстренной эвакуации горящего транспортного средства с территории автозаправочной станции [2].

Автозаправочные станции оснащаются первичными средствами пожаротушения [2]:

1) Заправочный островок для заправки только легковых автомобилей, имеющих от 1 до 4 топливораздаточных колонок, оснащается не менее чем 2 огнетушителями (с учетом климатических условий эксплуатации) либо одним покрывалом (для изоляции очага возгорания) и 1 огнетушителем (с учетом климатических условий эксплуатации), а заправочный островок, имеющий от 5 до 8 топливораздаточных колонок, оснащается не менее чем 4 огнетушителями (с учетом климатических условий эксплуатации) либо 2 покрывалами (для изоляции очага возгорания) и 2 огнетушителями (с учетом климатических условий эксплуатации).

2) Заправочный островок для заправки в том числе грузовых автомобилей, автобусов, крупногабаритной строительной и сельскохозяйственной техники оснащается не менее чем 2 передвижными огнетушителями (с учетом климатических условий эксплуатации) либо 4 покрывалами (для изоляции очага возгорания) и 1 огнетушителем (с учетом климатических условий эксплуатации).

3) Площадка для автоцистерны оснащается не менее чем 2 передвижными огнетушителями (с учетом климатических условий эксплуатации огнетушителей) либо 1 покрывалом (для изоляции очага возгорания) и 1 огнетушителем (с учетом климатических условий эксплуатации).

Размещение огнетушителей и покрывал для изоляции очага возгорания на заправочных островках предусматривается в легкодоступных местах, защищенных от атмосферных осадков [2].

При возникновении пожароопасных ситуаций на автозаправочной станции необходимо отключить электропитание технологической системы (кроме электропитания систем противоаварийной и противопожарной защиты), приостановить эксплуатацию объекта защиты, освободить его территорию от посетителей и транспортных средств и приступить к локализации и ликвидации пожароопасной ситуации [2].

При возникновении возгорания на автозаправочной станции необходимо немедленно вызвать подразделение пожарной охраны, задействовать системы противопожарной защиты объекта защиты и приступить к тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения [2].

При утечке бензина на заправочном островке или на площадке для автоцистерны включение двигателей транспортных средств не допускается [2].

При возникновении аварийного пролива бензина и отсутствии воспламенения топлива всю площадь пролива топлива необходимо покрыть воздушно-механической пеной. При возникновении указанного пролива на площадке для автоцистерны необходимо поддерживать слой пены до полного слива этого пролива в аварийный резервуар [2].

На территории АЗС не допускается размещение помещений категорий «А», «Б» (за исключением помещений для оборудования со сжатым природным газом и для перекачивания сжиженного углеводородного газа, которое относится к технологической системе АЗС) и "Г" (за исключением котельной) [2].

В помещениях сервисного обслуживания транспортных средств не допускается предусматривать технологические процессы, в которых обращаются горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости, а также горючие пыли (например, окраска и т.п.) [18].

Здания и сооружения, расположенные на территории АЗС, должны быть I, II или III степени огнестойкости класса С0 или С1 или IV степени огнестойкости класса С0 и, как правило, одноэтажные. Допускается проектирование двухэтажных зданий I или II степени огнестойкости класса С0 общей площадью не более 150 м², в которых отсутствуют складские помещения для легковоспламеняющихся и горючих жидкостей [18].

На территории АЗС устройство подземных помещений, подпольных пространств, а также подземных сооружений (туннели, каналы и т.п.) с наличием свободного пространства, не допускается. Прокладка трубопроводов с топливом под зданиями АЗС и со стороны эвакуационных выходов не допускается [18].

Помещения для персонала АЗС, включая операторную, допускается предусматривать в зданиях сервисного обслуживания водителей, пассажиров или их транспортных средств. При этом указанные помещения должны быть выполнены в конструкциях, соответствующих степени огнестойкости основного здания, отделяться от помещений сервисного обслуживания водителей, пассажиров или их транспортных средств противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа [18].

Допускается предусматривать место оператора в помещениях сервисного обслуживания водителей и пассажиров при условиях размещения кабелей электропитания электроагрегатов технологической системы в специальном помещении электрощитовой, управления работой технологической системы и обесточивания электропитания АЗС оператором посредством слаботочной системы управления, а также обеспечения возможности визуального контроля за технологическими операциями оператором АЗС [18].

Не допускается объединять в едином здании [18]:

- помещения сервисного обслуживания транспортных средств (за исключением помещений механизированной мойки автомобилей, работающих на жидком моторном топливе) и помещения сервисного обслуживания водителей и пассажиров;

- помещения магазина, в котором предусмотрена продажа товаров, содержащих легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, и помещения общественного питания.

В случае, если указанные товары размещены только в помещении кладовой, отделенной от помещений сервисного обслуживания водителей и пассажиров противопожарными перегородками 1-го типа, допускается размещать помещения магазина в едином здании с помещениями общественного питания.

В зданиях сервисного обслуживания транспортных средств допускается предусматривать не более трех постов технического обслуживания. Помещения различного функционального назначения следует разделять перегородками, выполненными из негорючих материалов, а помещения, предназначенные для установки транспортных средств (кроме механизированной мойки), – противопожарными перегородками 1-го типа [18].

При проектировании АЗС, предназначенных для размещения в населенных пунктах, допускается предусматривать помещения постов технического обслуживания только легковых автомобилей [18].

В зданиях АЗС запрещается размещать помещения для проведения сварочных и огневых работ.

Помещения категорий В1–В3, а также кладовые магазина для хранения легко воспламеняющихся и горючих жидкостей следует размещать у наружных стен зданий с оконными проемами [18].

В случае, если выход из помещений зданий АЗС в сторону площадок АЦ, ТРК и резервуаров для хранения топлива расположен на расстоянии менее 15 м от перечисленных сооружений и оборудования, то следует предусмотреть дополнительный эвакуационный выход, размещаемый на расстоянии более 15 м от указанных выше сооружений и оборудования или в противоположную от них сторону [18].

Навесы должны быть выполнены из негорючих материалов. В покрытии навесов высотой не менее 4 м допускается использование трудногорючих материалов (за исключением навесов или частей навеса, расположенных над местами заправки грузовых автомобилей) [18].

Устройство навесов над площадками для АЦ и над надземными резервуарами для хранения жидкого моторного топлива и СУГ не допускается [18].

Покрытие проездов, заправочных островков и площадок для АЦ должно быть стойким к воздействию нефтепродуктов [18].

Площадка для АЦ с жидким моторным топливом должна быть оборудована [18]:

- отбортовкой высотой не менее 0,150 м;
- пандусами (пологими бортами площадки) для безопасного въезда и выезда автоцистерны;
- аварийным резервуаром (допускается использовать одностенные резервуары) и сливным трубопроводом, обеспечивающими слив топлива с площадки без его перелива на остальную территорию АЗС при возможной разгерметизации сливного патрубка АЦ. При этом аварийный резервуар должен быть выполнен из негорючих материалов, исключающих проникновение топлива в грунт. Вместимость этого резервуара должна превышать не менее чем на 10% вместимость используемых на АЗС автоцистерн. Сливной трубопровод должен оканчиваться на расстоянии не более 0,1 м от дна указанного резервуара. Аварийный резервуар перед началом эксплуатации АЗС должен быть заполнен водой в количестве, обеспечивающем ее уровень в этом резервуаре не менее 0,3 м. Аварийный резервуар должен быть оснащен трубопроводом деаэрации, отвечающим требованиям, предъявляемым настоящими нормами к трубопроводу деаэрации резервуаров для хранения топлива, патрубками для его опорожнения закрытым способом и замера уровня воды. Указанные патрубки должны быть снабжены герметично закрывающимися заглушками.

Глубина заложения аварийного резервуара и прокладка сливного трубопровода должны обеспечивать предотвращение замерзания в них воды в холодный период года [18].

Расположение транспортных средств на площадке для их стоянки не должно препятствовать свободному выезду транспортных средств с ее территории [18].

При оснащении АЗС очистными сооружениями для атмосферных осадков, загрязненных нефтепродуктами, эти сооружения должны отвечать следующим требованиям [18]:

- оборудование очистных сооружений, в свободное пространство которого могут поступать пары топлива, должно располагаться подземно;
- емкости-накопители (при наличии) необходимо оснащать датчиками уровня, обеспечивающими подачу сигнала оператору АЗС при их номинальном заполнении;
- оборудование для опорожнения емкостей-накопителей от нефтепродуктов должно обеспечивать осуществление этой операции закрытым способом;
- трубопроводы для жидкости необходимо оснащать гидрозатворами;
- крышки люков для очистки песколовушек, устанавливаемых на стоках атмосферных осадков, загрязненных нефтепродуктами, должны быть выполнены в виде решеток, обеспечивающих проветривание песколовушек.

АЗС следует оборудовать молниезащитой не ниже II категории. Система заземления АЗС должна отвечать требованиям ПУЭ и Правил защиты от статического электричества. Монтаж системы заземления следует проводить до начала пусконаладочных испытаний технологических систем АЗС.

На предприятиях по заправке автомобилей устройство воздушные линии электропередач не допускается.

С целью уравнивания потенциалов в тех. помещениях и наружных установках, в которых применяются заземление, стационарно проложенные трубопроводы всех назначений, металлические корпуса технологического оборудования должны быть присоединены к сети заземления. При этом естественные контакты в сочленениях являются достаточными [28].

В качестве естественных заземлителей рекомендуется использовать [28]:

- проложенные в земле водопроводные и другие металлические трубопроводы, за исключением трубопроводов горючих жидкостей, горючих или взрывчатых газов и смесей;
- металлические и железобетонные конструкции зданий и сооружений, находящиеся в соприкосновении с землей;
- металлические шунты гидротехнических сооружений, водопроводы, затворы и т.п.;
- свинцовые оболочки кабелей, проложенных в земле.

При срабатывании пожарной сигнализации в помещении АЗС должны быть обеспечены в автоматическом режиме [15]:

- подача сигнала о пожаре в помещение операторной с круглосуточным пребыванием в нем персонала АЗС, а также в помещение операторной с круглосуточным пребыванием в нем персонала технологически связанного с этой АЗС объекта (при наличии);
- прекращение операций по наполнению резервуаров (сосудов) топливом;
- перекрытие запорной арматуры на трубопроводах, подачи топлива на АЗС;
- отключение всех топливораздаточных (раздаточных) колонок и компрессорного оборудования.

В качестве дополнительных мер пожарной безопасности, предотвращающие распространение пожара по территории АЗМ, могут быть использованы противопожарные преграды, а именно противопожарные стены, водяные завесы, экраны.

Конструкция технологического оборудования и условия ведения связанных с ним технологических процессов должны предусматривать необходимые режимы и соответствующие им технические средства, предназначенные для своевременного обнаружения возникновения пожароопасных аварийных ситуаций, ограничения их дальнейшего развития [1].

При размещении автозаправочных станций на территориях населенных пунктов противопожарные расстояния следует определять от стенок резервуаров (сосудов) для хранения топлива и аварийных резервуаров, наземного оборудования, в котором обращаются топливо и (или) его пары, от дыхательной арматуры подземных резервуаров для хранения топлива и аварийных резервуаров, корпуса топливно-раздаточной колонки и раздаточных колонок сжиженных углеводородных газов или сжатого природного газа, от границ площадок для автоцистерн и технологических колодцев, от стенок технологического оборудования очистных сооружений, от границ площадок для стоянки транспортных средств и от наружных стен и конструкций зданий и сооружений автозаправочных станций с оборудованием, в котором присутствуют топливо или его пары [1]:

1) до границ земельных участков дошкольных образовательных организаций, общеобразовательных организаций, общеобразовательных организаций с наличием интерната, лечебных учреждений стационарного типа, многоквартирных жилых зданий;

2) до окон или дверей (для жилых и общественных зданий).

Противопожарные расстояния от АЗС, предоставляющих услуги по заправке автомобилей жидким моторным топливом до соседних объектов должны соответствовать требованиям, установленным в [1, прил. табл.15]. Для автозаправочных станций с надземным расположением резервуаров их общая вместимость должна быть не больше 40 м^3 , размещаемых на территориях населенных пунктов.

Расстояние от автозаправочных станций до границ лесных насаждений смешанных пород лесничеств и посадок сельскохозяйственных культур, по которым возможно распространение пламени, допускается уменьшать в два раза. При этом вдоль границ лесных насаждений лесничеств с АЗС станциями и вдоль прилегающих к посадкам границ АЗС должны предусматриваться шириной не менее 5 метров наземное покрытие из не распространяющих пламя материалов [1].

Противопожарные расстояния от автозаправочных станций с подземными резервуарами для хранения жидкого топлива до границ земельных участков дошкольных образовательных организаций, общеобразовательных организаций, общеобразовательных организаций с наличием интерната, лечебных учреждений стационарного типа должны составлять не менее 50 метров [1].

В процессе приема нефтепродуктов оператор обязан следить за уровнем продукта в резервуаре, не допускать перелива резервуара и разлива нефтепродукта.

Запасы тормозной жидкости в торговом зале не должны превышать 20 бутылок.

Отпуск бензина в полиэтиленовые канистры и стеклянную тару запрещается.

Слив разлившихся жидких топливных материалов в канализацию запрещен, так как, вещества, способные образовывать в централизованной системе водоотведения взрывоопасные, токсичные и (или) горючие газы, органические растворители, горючие и взрывоопасные вещества (нефть, бензин, керосин и др.), синтетические и натуральные смолы, масла, мазут, лакокрасочные материалы и отходы, продукты и отходы нефтепереработки, органического синтеза, смазочно-охлаждающие жидкости, содержимое средств и систем огнетушения (кроме использования для тушения возгораний) запрещены к сбросу в централизованные системы водоотведения.

Насосы, применяемые для нагнетания ЛВЖ и ГЖ должны оснащаться [28]:

– блокировками, исключающими пуск или прекращающими работу насоса при отсутствии перемещаемой жидкости в его корпусе или отклонениях его уровней в приемной или расходной емкости от предельно допустимого значения

– средствами предупредительной сигнализации о нарушении параметров работы, влияющих на безопасность

Резервуары – хранилища и сливноналивные пункты ЛВЖ и ГЖ оборудуются средствами контроля и управления опасными параметрами процесса [28].

Резервуары с ЛВЖ и ГЖ для освобождения их в аварийных случаях от горючих продуктов оснащаются преимущественно быстродействующей отключающей арматурой с дистанционным управлением из мест, доступных для обслуживания в аварийных условиях [28].

Для нагнетания легковоспламеняющихся жидкостей применяются, как правило, центробежные безсальниковые, с двойным торцевым, а в обоснованных случаях – одинарным торцевым с дополнительным уплотнением насосы [28].

Прокладка трубопроводов должна обеспечивать наименьшую протяженность коммуникаций, исключать провисание и образование застойных зон [28].

Средства защиты от распространения пламени (огнепреградители, пламеотсекатели, жидкостные затворы и т. д.) должны устанавливаться на дыхательных и стравливающих линиях аппаратов и резервуаров с ЛВЖ и ГЖ, а также на трубопроводах с ЛВЖ и ГЖ, в которых возможно распространение пламени, в том числе работающих периодически или при незаполненном сечении [28].

В помещениях управления должны предусматриваться световая и звуковая сигнализация превышения параметров процесса, которые определяют его взрывоопасность [28].

Для контроля загазованности (по НКПВ) в производственных помещениях, рабочей зоне открытых наружных установок предусматривается, как правило, средства автоматического газового анализа с сигнализацией предельно допустимых величин. Все случаи загазованности должны фиксироваться [28].

Планировка АЗС с учетом размещения на их территории зданий и сооружений должна исключать возможность растекания аварийного пролива топлива как по территории АЗС, так и за ее пределами [18].

Продолжение приложения А

На АЗС должны использоваться ТРК, обеспечивающие автоматическую блокировку подачи топлива при номинальном заполнении топливного бака транспортного средства. Топливораздаточные колонки рекомендуется оснащать устройствами, предотвращающими выход топлива при ее повреждении [28].

Подземные одностенные резервуары должны устанавливаться внутри казематов, выполненных из материалов, устойчивых к воздействию нефтепродуктов, а также обеспечивающих защиту от грунтовых вод [4].

Резервуары для хранения топлива должны быть оборудованы системами предотвращения их переполнения [28].

Одностенные подземные трубопроводы для топлива и его паров следует располагать на глубине не менее 0,4 м в заглубленных лотках, исключающих проникновение возможных утечек топлива за их пределы [28].

Окончание приложения А

					Лист
ОГУ 260602.65.14 14. 002. ПЗ					5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	