

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ухтинский государственный технический университет

А.В. Сальников, Е.В. Нор

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ
НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ (НПС)**

Учебное пособие

УХТА 2009

УДК 614.843: 622.692.4.052 (075.8)

С 16

Сальников, А.В.

Проектирование систем пожаротушения нефтеперекачивающих станций (НПС)
[Текст] : учеб. пособие / А.В. Сальников, Е.В. Нор. – Ухта : УГТУ, 2009. – 131 с.

ISBN 978-5-88179-533-7

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» направления 130500 «Нефтегазовое дело» и 280102 «Безопасность технологических процессов производств» направления 280100 «Безопасность жизнедеятельности».

В учебном пособии представлен обзор существующих систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения резервуарных парков НПС, представлены основные требования к их проектированию, методики и примеры расчета систем подслоного тушения, систем тушения низкократной пленкообразующей пеной сверху на поверхность нефти или нефтепродукта, систем комбинированного тушения, а так же систем водяного охлаждения. Даны рекомендации по выбору, представлены требования к оборудованию данных систем, а так же методики расчета основных узлов. Особое внимание уделено требованиям безопасности и охраны окружающей среды при проектировании систем пожаротушения НПС.

Пособие соответствует учебному плану и рабочим программам дисциплин учебного плана. Пособие рассмотрено, одобрено и рекомендовано для издания выпускающей кафедрой ПЭМГ (протокол №1 от 02.09.08 г.)

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом Ухтинского государственного технического университета

Рецензенты: заведующий кафедрой транспорта и хранения нефти и газа Архангельского государственного технического университета, профессор, д.г.-м.н. Губайдуллин М.Г.; доцент кафедры безопасности технологических процессов Архангельского государственного технического университета, к.т.н., Алексеева Л.В.; заместитель начальника Ухтинского РНУ ОАО «Северные магистральные нефтепроводы» Щербаев О.А.

© Ухтинский государственный технический университет, 2009

© Сальников А.В., Нор Е.В., 2009

ISBN 978-5-88179-533-7

Оглавление

Глава 1. Общие положения	6
1.1 Термины и определения	6
1.2 Принятые сокращения	10
1.3 Требования к системам пенного тушения пожаров и водяного охлаждения.....	11
1.4 Требования к противопожарному оборудованию, запорной арматуре и трубопроводам.....	15
Глава 2. Системы пенного тушения пожаров и водяного охлаждения резервуарных парков	19
2.1 Общие требования.....	19
2.2 Система подслоного тушения пожаров	29
2.2.1 Основные технические характеристики	30
2.2.2 Внутренняя разводка пенопроводов.....	30
2.2.3 Оборудование и размещение линейных вводов.....	30
2.2.4 Методика расчета систем подслоного тушения пожаров.....	33
2.2.4.1 Исходные данные.....	33
2.2.4.2 Расчет системы подслоного тушения пожаров.....	33
2.2.5 Пример расчета	35
2.2.6 Основные технические характеристики СПТ резервуаров типа РВС, ЖБР и ЖБРП.....	37
2.2.7 Напорные узлы высоконапорных пеногенераторов	39
2.2.8 Узлы для подключения передвижной пожарной техники	40
2.3 Система тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность нефти или нефтепродукта.....	41
2.3.1 Основные технические характеристики	41
2.3.2 Камеры низкократной пены.....	42
2.3.3 Линейные вводы и распределительные растворопроводы.....	43
2.3.4 Методика расчета систем тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность нефти или нефтепродуктов (СПС).....	44
2.3.4.1 Исходные данные.....	44
2.3.4.2 Расчет системы тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность горючего.....	44
2.3.4.3 Пример расчета	46
2.4 Система комбинированного тушения пожаров	51

2.4.1 Методика расчета систем комбинированного тушения пожаров.....	51
2.4.1.1 Система тушения подачи низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность горючего (СПС)	52
2.4.1.2 Система подслоного тушения пожаров (СПТ).....	52
2.4.1.3 Система комбинированного тушения пожаров (СКП).....	53
2.4.2 Расчет огнетушащих веществ (пенообразователь и вода).....	53
2.4.3 Пример расчета системы комбинированного тушения пожаров ...	55
2.4.3.1 Система тушения подачи низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность горючего (СПС)	55
2.4.3.2 Система подслоного тушения пожаров (СПТ).....	56
2.4.3.3 Система комбинированного тушения пожаров (СКП).....	57
2.4.3.4 Расчет огнетушащих веществ (пенообразователя и воды)	57
2.5 Система водяного охлаждения	59
2.5.1 Расчет системы водяного охлаждения резервуаров.....	69
2.5.2 Пример расчета системы водяного охлаждения резервуаров	71
Глава 3. Автоматические системы тушения пожаров высокократной пеной закрытых зданий и сооружений.....	73
3.1 Общие требования.....	73
3.2 Методика расчета систем тушения пожаров высокократной пеной	75
3.2.1 Расчет автоматической системы тушения пожаров высокократной пеной	75
3.2.2 Пример расчета автоматической системы тушения пожаров высокократной пеной	78
3.2.3 Расчет автоматической системы тушения пожаров высокократной пеной	79
3.2.4 Дымоустойчивые эжекционные генераторы высокократной пены.....	82
3.2.5 Питающие и распределительные растворопроводы.....	82
Глава 4. Стационарные системы пенного тушения водяного охлаждения на железнодорожных сливноналивных эстакадах.....	84
4.1. Общие положения	84
4.2 Стационарная система пенного тушения пожаров.....	85
4.2.1 Основные технические характеристики	85
4.2.2 Питающие и распределительные растворопроводы.....	87
4.3 Стационарная система водяного охлаждения.....	88
4.3.1 Основные технические характеристики	88

4.3.2 Методика расчета систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения на железнодорожных сливноналивных эстакадах.....	89
4.3.2.1 Методика расчета стационарной системы пенного тушения пожаров.....	89
4.3.2.2 Пример расчета системы пенного тушения пожаров	92
4.3.3 Методика расчета системы водяного охлаждения (СВО жд)	95
4.3.3.1 Пример расчета системы водяного охлаждения (СВО жд).....	97
4.3.4 Пожарные комбинированные лафетные стволы универсальные ..	100
Глава 5. Наружные сети противопожарных водопроводов и растропроводов	101
5.1 Общие требования.....	101
5.2 Материалы труб и оборудование.....	103
5.3 Прокладка противопожарных водопроводов и растворопроводов.....	104
5.4 Помещения для размещения запорной арматуры с электроприводом....	107
5.5 Пожарные гидранты и гребенки для забора воды и рабочего раствора пенообразователя.....	108
5.6 Устройство колодцев	110
Глава 6. Системы хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя	113
6.1 Общие требования.....	113
6.2 Пункты хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя.....	113
6.3 Оборудование для хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя.....	115
Глава 7 Насосные станции пожаротушения.....	116
7.1. Общие требования.....	116
7.2 Пожарные насосные агрегаты.....	117
7.3 Оборудование, арматура и трубопроводы.....	118
Глава 8. Емкости для хранения противопожарного запаса воды.....	122
8.1 Общие требования.....	122
8.2 Устройство и оборудование резервуаров хранения противопожарного запаса воды	123
Глава 9. Требования к охране окружающей среды.....	126
Библиографический список	129

Глава 1. Общие положения

1.1 Термины и определения

Автоматическая система тушения пожаров – совокупность стационарных технических средств для автоматической подачи огнетушащего вещества в защищаемую зону, срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений.

Автоматическая система охлаждения резервуара – совокупность стационарных технических средств для автоматической подачи воды на охлаждение всей поверхности стенки горящего резервуара, срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений.

Автоматическая система пенного тушения пожаров – совокупность стационарных технических средств для автоматической подачи пены в защищаемую зону, срабатывающая при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений.

Высоковязкая нефть – нефть, вязкость которой превышает $30 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Высоконапорный пеногенератор – устройство для получения и подачи пены низкой кратности в пенопровод.

Диктующий расход огнетушащих веществ – максимальный из фактических расходов огнетушащих веществ, определяемых для ряда защищаемых объектов, обслуживаемых одной насосной станцией пожаротушения.

Дистанционный пуск систем тушения пожаров, водяного охлаждения и водяных завес – включение (пуск) систем по соответствующим алгоритмам от пусковых элементов, устанавливаемых в операторной НПС (МДП) на пульте дистанционного управления и (или) у защищаемого объекта.

Дымоустойчивый генератор полидисперсной высокократной пены – устройство, предназначенное для получения пены высокой кратности в условиях задымленного помещения, работающее на принципах эжекции воздуха распыленными струями рабочего раствора пенообразователя.

Инерционность систем тушения пожаров – время с момента достижения контролируемым фактором пожара порога срабатывания чувствительного элемента до начала подачи огнетушащего вещества (состава) в защищаемую зону.

Интенсивность подачи огнетушащего вещества – количество огнетушащего вещества (воды, рабочего раствора пенообразователя), подаваемых в

единицу времени на единицу соответствующего геометрического параметра пожара (площадь, периметр, длина).

Концентрация рабочего раствора пенообразователя – содержание пенообразователя в воде для получения пены, выраженное в процентах.

Коэффициент преобразования давления высоконапорного пеногенератора – коэффициент преобразования рабочего давления раствора пенообразователя в давление пенной струи, численно равный отношению давления пены к рабочему давлению раствора пенообразователя.

Кратность пены – безразмерная величина равная отношению объема пены к объему раствора пенообразователя, содержащегося в пене.

В зависимости от величины кратности пену подразделяют на:

- пену низкой кратности (кратность не более 20);
- пену средней кратности (кратность от 21 до 200);
- пену высокой кратности (кратность более 200).

Линейный ввод системы тушения пожаров подачей низкократной пленкообразующей пены на поверхность нефти или нефтепродукта – участок растворопровода от запорной арматуры (электроприводной задвижки) для подачи рабочего раствора пенообразователя по направлению к защищаемому резервуару до кольцевого растворопровода на резервуаре, включая установленные на нем трубопроводную арматуру и оборудование.

Линейный ввод системы подслоного тушения пожаров – трубопровод, включающий участок растворопровода от запорной арматуры с электроприводом для подачи рабочего раствора пенообразователя по направлению к защищаемому резервуару, до узла высоконапорных пеногенераторов и участок пенопровода от данного узла до стенки резервуара, включая установленные на них трубопроводную арматуру и оборудование.

Местное включение (пуск) систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения – включение (пуск) управляемого оборудования, входящего в состав систем тушения пожаров, от пусковых элементов, устанавливаемых в непосредственной близости от данного оборудования.

Напорный узел системы подслоного тушения пожаров – узел, состоящий из одного или нескольких высоконапорных пеногенераторов.

Нормативный (неснижаемый) запас пенообразователя – количество пенообразователя, хранящееся непосредственно на защищаемом объекте или на базе предприятия РНУ (ЛПДС) в целях оперативного восстановления его расчетного количества и резерва в системах пенного тушения пожаров.

Огнетушащее вещество – вещество, обладающее физико-химическими свойствами, позволяющими создать условия для прекращения горения.

Охлаждение резервуара передвижной пожарной техникой – подача воды на орошение резервуара пожарными стволами, присоединяемыми к противопожарному водопроводу с помощью пожарных автомобилей (мотопомп) из пожарных гидрантов, гребенок или противопожарных емкостей (водоемов).

Пена – дисперсная среда, состоящая из ячеек – пузырьков воздуха, разделенных пленками жидкости, содержащей стабилизатор пены.

Пенный насадок – устройство, устанавливаемое на внутренней разводке пенопроводов, обеспечивающее расчетные параметры ввода низкократной пленкообразующей пены в слой горючего (скорость, расход и др.).

Пенообразователь (пенный концентрат) для тушения пожаров – концентрированный водный раствор стабилизатора пены (поверхностно-активного вещества), образующий при смешении с водой рабочий раствор пенообразователя.

Пенообразователь для тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах подслоным способом – пенный концентрат с фторированными стабилизаторами, водный раствор которого способен самопроизвольно растекаться и покрывать поверхность нефти и нефтепродуктов тонкой водной пленкой.

Питающий трубопровод – трубопровод, соединяющий запорную арматуру для подачи огнетушащего вещества по направлениям к защищаемым объектам, с распределительными трубопроводами.

Пленкообразующая низкократная пена – пена, при разрушении которой по поверхности нефти и нефтепродукта самопроизвольно растекается тонкая водная пленка.

Пленкообразующий пенообразователь – пенообразователь, огнетушащая способность и устойчивость к повторному воспламенению которого определяется образованием на поверхности нефти или нефтепродукта водной пленки.

Рабочий раствор пенообразователя – водный раствор концентрата пенообразователя с определенной объемной концентрацией достаточной для получения пены заданной кратности.

Распределительный трубопровод – трубопровод с установленными на нем средствами для распределения огнетушащего вещества в защищаемой зоне. Кольцевые трубопроводы, расположенные в пределах защищаемого помещения или на резервуаре, также следует относить к распределительным.

Расчетное время тушения – время подачи огнетушащего вещества в защищаемую зону, необходимое на создание условий для прекращения горения при интенсивности подачи огнетушащих веществ не ниже нормативной.

Расчетное количество огнетушащего вещества – количество огнетушащего вещества (пенообразователя и воды), определенное в соответствии с требованиями настоящих норм и хранящееся в системе тушения пожаров, готовое к немедленному применению в случае возникновения пожара.

Резерв огнетушащего вещества – количество огнетушащего вещества (пенообразователя и воды), хранящееся в системе тушения пожаров, готовое к немедленному применению в случаях повторного воспламенения.

Резервуарный парк – группа (группы) резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов, размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами – при подземных (заглубленных в грунт или обсыпанных грунтом) резервуарах и резервуарах, установленных в котлованах или выемках.

Реконструкция систем пенного тушения пожаров и (или) водяного охлаждения – комплекс работ, направленный на изменение технологии тушения пожаров (перевод с пены средней кратности на низкую или высокую кратность) и (или) основных технических показателей систем пенного тушения пожаров, водяного охлаждения (расходы и запасы огнетушащих веществ, напоры и т.д.).

Система водяного охлаждения от передвижной пожарной техники – совокупность сухих трубопроводов и устройств, предназначенных для распыления и подачи воды в защищаемую зону. При этом подача воды осуществляется передвижной пожарной техникой через специальные узлы, выведенные за пределы защищаемого объекта к противопожарным проездам.

Система пенного тушения пожаров от передвижной пожарной техники – совокупность сухих растворопроводов и генераторов, предназначенных для получения и подачи пены в защищаемую зону. При этом подача рабочего раствора пенообразователя осуществляется передвижной пожарной техникой через специальные узлы, выведенные за пределы защищаемого объекта к противопожарным проездам.

Стационарная система пенного тушения пожаров (неавтоматическая) – совокупность стационарных технических средств для тушения пожара за счет выпуска пены. Средства автоматизации этих систем должны обеспечить включение основных и резервных насосов в случае, если основ-

ные неисправны ли не обеспечивают расчетный напор, и управление запорной арматурой по заданным алгоритмам.

Узел для подключения передвижной пожарной техники – узел, предназначенный для подачи огнетушащего вещества от передвижной пожарной техники в систему пенного тушения пожаров или водяного охлаждения, выведенный за пределы защищаемого объекта к противопожарному проезду.

Устройство сливноналивное – техническое средство, обеспечивающее выполнение операций по сливу и наливу сжиженных углеводородных газов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в железнодорожные цистерны или другие емкости.

Устройство фильтрующее – устройство, обеспечивающее защиту водоподающих технических средств от засорения посторонними включениями, способными повлиять на их работоспособность, приспособленное для систем тушения пожаров и водяного охлаждения.

1.2 Принятые сокращения

АСКП – автоматическая система комбинированного тушения пожаров.

АСПП – автоматическая система пенного тушения пожара.

АСПП ПК – автоматическая система пенного тушения пожаров низкократной пленкообразующей пеной на технологических площадках причалов.

АСПС – автоматическая система тушения пожаров подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность нефти или нефтепродукта.

АСПТ – автоматическая система подслоного тушения пожаров.

АСТВ – автоматическая система тушения пожаров высокократной пеной.

АСТН – автоматическая система тушения пожаров низкократной пеной

АСУ ПТ – автоматизированная система управления пожаротушением.

АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом объекта.

ВНПБ – ведомственные нормы пожарной безопасности.

ВПГ – высоконапорный пеногенератор.

ГЖ – горючая жидкость.

ЖБР – железобетонный резервуар.

КНП – камера низкократной пены.

ЛВЖ – легковоспламеняющаяся жидкость.

ЛПДС – линейная производственно-диспетчерская станция.

ЛС – пожарный комбинированный лафетный ствол универсальный.

ЛСД – пожарный комбинированный лафетный ствол универсальный с дистанционным управлением.

МДП – местный диспетчерский пункт.

НПС – нефтеперекачивающая станция.

ПАВ – поверхностно-активное вещество.

ПДУ – пульт дистанционного управления.

ППТ – передвижная пожарная техника.

ПСД – проектно-сметная документация.

РВС – резервуар вертикальный стальной со стационарной крышей.

РВСП – резервуар вертикальный стальной со стационарной крышей и понтоном.

РВСПК – резервуар вертикальный стальной с плавающей крышей.

РД – руководящий документ.

РМ – разрывная мембрана.

РНУ – районное нефтепроводное управление.

РП – резервуарный парк.

РПИ – ручной пожарный извещатель.

СВО жд – стационарная система водяного охлаждения железнодорожной сливноналивной эстакады.

СКП – система комбинированного тушения пожаров.

СПП – система пенного тушения пожаров.

СПП жд – стационарная система пенного тушения пожаров на железнодорожной сливноналивной эстакаде.

СПС – система подачи низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность нефти или нефтепродукта.

СПТ – система подслоного тушения пожаров.

СУГ – сжиженные углеводородные газы.

1.3 Требования к системам пенного тушения пожаров и водяного охлаждения

На объектах нефтетранспортной системы следует предусматривать:

– для резервуарных парков – системы пенного тушения пожаров (СПП), основанные на применении низкократной пены, получаемой из рабочих растворов фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей, и системы водяного охлаждения;

– для закрытых зданий и сооружений, в которых установлено оборудование для транспортировки нефти – автоматические системы тушения пожаров высокократной пеной, получаемой из рабочих растворов фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей;

– для железнодорожных сливноналивных эстакад – стационарные (неавтоматические) системы пенного тушения пожаров низкократной пленкообразующей пеной и водяного охлаждения;

– для причальных комплексов для перегрузки нефти – автоматические системы пенного тушения пожаров низкократной пленкообразующей пеной; автоматические водяные завесы; стационарные системы наружного тушения пожаров от передвижной пожарной техники;

– для открытых площадок магистральных, подпорных нефтеперекачивающих насосных станций – системы пенного тушения пожаров (СПП), основанные на применении низкократной пены, получаемой из рабочих растворов фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей.

Системы пенного тушения пожаров и водяного охлаждения подразделяются по типу пуска на:

– автоматические (с автоматическим, дистанционным и местным пуском);

– стационарные (с дистанционным и местным пуском);

– системы тушения (охлаждения) от передвижной пожарной техники.

Для автоматических и стационарных систем пенного тушения пожаров резервуаров, железнодорожных сливноналивных эстакад, причальных комплексов для перегрузки нефти и нефтепродуктов, открытых площадок магистральных (подпорных) насосных расчетное время тушения пожаров должно быть 15 минут.

Время заполнения защищаемых объемов зданий и сооружений высокократной пеной при объемном тушении должно быть не более 10 минут, при локальном тушении – не более 3 минут.

Инерционность автоматических и стационарных систем пенного тушения пожаров (резервуаров, железнодорожных сливноналивных эстакад, автоматических систем тушения пожаров высокократной пеной, автоматических систем пенного тушения пожаров технологических площадок причальных комплексов для перегрузки нефти и водяных завес, открытых площадок магистральных и подпорных насосных) и систем водяного охлаждения данных объектов должна быть не более 3 минут.

В целях обеспечения требуемой инерционности систем пенного тушения пожара и водяного охлаждения, а также обеспечения контроля за герметичностью заполненных сетей водо-, растворопроводов (в дежурном режиме), проек-

том должно предусматриваться поддержание давления, превышающее статическое на величину не менее 1 кг/см^2 , но не более $P_{\text{раб.}}$, с учетом высотных отметок расположения площадок объектов.

Внутренний противопожарный водопровод в зданиях и помещениях, оборудованных автоматическими системами тушения пожаров, не предусматривается, за исключением случаев, где имеется технологическая необходимость его установки.

Расчетное количество пенообразователя для систем пенного тушения пожаров определяется исходя из наибольшего (диктующего) расхода рабочего раствора пенообразователя (определяется по оценке фактических значений расходов для группы объектов) и расчетного времени тушения одного пожара.

Резерв пенообразователя следует принимать равным двукратному расчетному количеству. Расчетное количество пенообразователя и резерв должны храниться в мембранных емкостях баков-дозаторов в постоянной готовности к применению (на 3 тушения пожара).

Нормативный (неснижаемый) запас пенообразователя, предназначенный для оперативного восстановления его расчетного количества и резерва, необходимо хранить в транспортной таре на базе РНУ (ЛПДС или НПС) для системы пенного тушения пожаров с наибольшим количеством пенообразователя для данного РНУ.

В ПСД кроме расчетного количества, резерва и нормативного запаса пенообразователя, необходимо предусматривать пенообразователь для заполнения кольцевых трубопроводов рабочим раствором пенообразователя, а также для проведения приемочных испытаний из расчета 10 минут работы системы на объекте с наибольшим расходом рабочего раствора пенообразователя.

Нормативный запас воды должен храниться в резервуарах противопожарного запаса воды. Он определяется как сумма объемов воды для следующих целей:

- для обеспечения пенного тушения пожара;
- на водяное охлаждение защищаемых объектов;
- на работу пожарной техники от пожарных гидрантов.

Расчетный объем емкостей для хранения противопожарного запаса воды следует определять исходя из суммарных диктующих расходов воды для групп насосов, продолжительности работы систем пенного тушения пожаров с учетом их 3-х кратного применения, а также продолжительности работы систем водяного охлаждения и наружного тушения пожаров от передвижной пожарной техники.

Объем воды для системы пенного тушения пожара должен определяться исходя из количества пенообразователя, хранящегося в баках-дозаторах, с учетом получения рабочего раствора с заданной концентрацией.

Объем воды для систем водяного охлаждения защищаемых объектов рассчитывается исходя из наибольшего (диктующего) расхода воды (максимального из расчетных) и расчетного времени охлаждения.

Объем воды на работу пожарной техники от гидрантов (гребенок) определяется из расчета 25% от объема необходимого на водяное охлаждение защищаемых объектов.

Для систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения следует учитывать потребность в дополнительном количестве огнетушащих веществ (пенообразователя и воды), требуемых для заполнения сухотрубных участков трубопроводов.

В ПСД должны указываться объем сухотрубных участков трубопроводов, а так же требуемый объем пенообразователя и воды для их заполнения.

При расчете емкости наземных стальных резервуаров для хранения противопожарного запаса воды не допускается учитывать возможность их автоматического пополнения при тушении пожара. При расчете противопожарного запаса воды для ЛПДС (НПС) с резервуарным парком (РП) расчетное время (продолжительность) охлаждения резервуаров (горящего и соседних с ним) следует принимать:

– для наземных резервуаров: при подаче воды автоматической или стационарной системой – в течение 4 ч; при подаче воды передвижной пожарной техникой (при отсутствии автоматической или стационарной системы охлаждения) – в течение 6 ч;

– для подземных резервуаров, для целей наружного пожаротушения объектов на ЛПДС (НПС) без РП, для систем водяного охлаждения железнодорожных сливноналивных эстакад и водяных завес на причальных комплексах для перегрузки нефти и нефтепродуктов – в течение 3 ч.

Расход воды на наружное пожаротушение на один пожар должен приниматься для здания, требующего наибольшего расхода воды, согласно СНиП 2.04.02-84*.

Время восстановления противопожарного запаса воды (после пожара) не должно превышать 96 ч.

Расчетное количество одновременных пожаров на территории объектов следует принимать в зависимости от занимаемой ими площади:

– один пожар – на площади до 150 га;

– два пожара – на площади более 150 га.

В районах с сейсмичностью 9 баллов и выше необходимо принимать расчетное количество одновременных пожаров на один больше.

Здания насосных станций пожаротушения следует выполнять I-й степени огнестойкости, здания пунктов приготовления рабочего раствора пенообразователя и сооружений для электроприводных задвижек – не ниже II степени огнестойкости.

1.4 Требования к противопожарному оборудованию, запорной арматуре и трубопроводам

Оборудование (материалы), применяемое для систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения, должно соответствовать требованиям ГОСТ 15150 в части категорий исполнения по устойчивости к климатическим воздействиям, условиям применения и сопровождаться документацией, удостоверяющей их качество.

При проектировании систем тушения пожаров и водяного охлаждения следует применять оборудование с коэффициентом надежности 0,97, обеспечивающее надежную и безотказную работу данных систем на протяжении всего срока службы.

Запорная арматура (задвижки, вентили, краны) должна соответствовать эргономическим требованиям в соответствии с ГОСТ 21752 и ГОСТ 21753, и должна быть снабжена указателями (стрелками) направления потока жидкости и надписями “ОТКР.” и “ЗАКР.” Тип запорной арматуры должен обеспечивать визуальный контроль ее положения (“Закрето”, “Открито”).

В качестве запорной арматуры для трубопроводов должны использоваться стальные задвижки под приварку, $P_u \geq 1,6$ МПа, класс герметичности «А», для растворопроводов – дополнительно с нержавеющей клином. Управляемая запорная арматура должна предусматриваться с электроприводами, обеспечивающими время открытия/закретья не более 1 минуты. В качестве запорной арматуры на сухотрубных участках пено-, водо-, растворопроводов в каре резервуаров, в зданиях, защищаемых автоматическими системами тушения пожаров, а также на узлах и гребенках для подключения пожарной техники необходимо предусматривать задвижки фланцевые, $P_u \geq 1,6$ МПа, класс герметичности «А». Запорная арматура с электроприводами должна размещаться в специальных помещениях, где обеспечивается температура окружающего воздуха не ниже 5°C.

При высоте до мест обслуживания оборудования, управления маховиками задвижек (затворами) более 1,4 м следует предусматривать площадки или мостики, при этом высота до мест обслуживания и управления с площадки или мостика не должна превышать 1 м. При высоте площадок более 1,2 м они должны оборудоваться защитным ограждением (перилами).

Для водо-, пено-, растворопроводов необходимо применять стальные трубы. Для растворопроводов, постоянно заполненных рабочим раствором пенообразователя (напорный коллектор растворопровода в здании насосной пожаротушения, растворопроводы кольцевой сети), а также для сухотрубных растворопроводов на участке от электропроводной задвижки до стенки резервуара должны применяться стальные трубы с внутренним антикоррозионным покрытием (типа силикатно-эмалевое). При использовании морской воды в системах пенного тушения пожаров и водяного охлаждения внутреннее антикоррозионное покрытие необходимо предусматривать для водо-, растворопроводов и резервуаров противопожарного запаса воды.

Внутренняя разводка сухотрубных растворопроводов в защищаемых помещениях должна выполняться из трубопроводов с внутренним антикоррозионным покрытием (типа силикатно-эмалевое).

Трубопроводы на участках их подземной прокладки должны иметь антикоррозионное покрытие заводского нанесения (трехслойное полимерное). При нанесении на площадке антикоррозионное покрытие выполняется с использованием конструкции №18 ГОСТ Р 51164 с применением полимерно-битумных лент с обязательной пескоструйной (абразивной) подготовкой поверхности трубы перед изоляцией со степенью очистки Sa 2 ½.

Для трубопроводов, прокладываемых надземно, необходимо предусматривать эпоксидное или полиуретановое антикоррозионное покрытие в качестве наружного покрытия. Сварные швы необходимо защищать антикоррозийным покрытием.

Для запорной арматуры, установленной на вышеуказанных участках трубопроводов, необходимо предусматривать наружные покрытия, обеспечивающие надежную защиту от атмосферных и других воздействий в течение всего срока эксплуатации. Антикоррозионное покрытие вертикальной части трубопроводов (при выходе трубопровода из земли) должно быть на 0,25 м выше уровня земли. Данное покрытие должно окрашиваться в красный цвет.

Для изоляции сварных стыков подземных трубопроводов необходимо применять термоусадочные муфты, а при изоляции сварных стыков трубопроводов с внутренним антикоррозионным покрытием дополнительно необходимо применять рекомендации завода-изготовителя.

Сети противопожарного водопровода и растворопроводов следует проектировать с уклоном не менее 0,001 по направлению к дренажным колодцам с установкой сливных устройств.

Сухотрубные участки трубопроводов систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения в каре обвалования резервуаров должны прокладываться подземно с уклоном не менее 0,001 к дренажным колодцам и оборудоваться сливными устройствами. Дренажные колодцы должны располагаться за пределами обвалования.

Сливные устройства должны устанавливаться в нижней образующей части трубопроводов систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения. Кроме того, сливные устройства должны устанавливаться дополнительно на коллекторах гребенок, на сухотрубных участках водо-, пено-, растворопроводов в местах возможного скопления воды или раствора пенообразователя на участках, где невозможно их опорожнение самотеком в дренажные колодцы.

Уплотнительные прокладки фланцевых соединений, расположенных во взрывоопасных зонах, должны предусматриваться из негорючих материалов.

Во фланцевых соединениях должно быть обеспечено переходное сопротивление не более 0,03 Ом на каждый фланец. Данное переходное сопротивление в процессе эксплуатации должно обеспечиваться затяжкой болтовых соединений.

Фланцевые соединения во взрывоопасных зонах должны быть зашунтированы перемычками из медного изолированного провода сечением не менее 16 мм².

Трубопроводная арматура, пожарно-техническое оборудование систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения, пожарные насосные агрегаты, трубопроводы (водопроводы, растворопроводы, пенопроводы) при надземной прокладке, а также в колодцах должны быть окрашены в красный сигнальный цвет (контрастный цвет для указательных надписей и знаков – белый).

В процессе эксплуатации основные узлы и элементы систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения, предназначенные для использования пожарно-спасательными подразделениями, должны быть снабжены указательными знаками и поясняющими надписями.

Электроприемники систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения следует относить к токоприемникам I-й категории электроснабжения, за исключением электродвигателей дренажных насосов и насосов, используемых для перемешивания рабочего раствора пенообразователя в заполненных растворопроводах.

Защиту электрических цепей автоматических установок пожаротушения и системы пожарной сигнализации необходимо выполнять в соответствии с ПУЭ.

Не допускается устройство в местах присоединения к питающей сети 0,4 кВ тепловой и максимальной защиты цепей управления автоматическими установками пожаротушения, отключение которых может привести к отказу подачи огнетушащего вещества к очагу пожара.

Источник электроснабжения должен обеспечивать работу автоматических, стационарных систем пенного тушения пожаров, систем водяного охлаждения и систем наружного пожаротушения в течение расчетного времени.

Исполнение электрооборудования, входящего в состав систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения, должно соответствовать требованиям эксплуатации, классу пожаровзрывоопасных зон защищаемого объекта и степени защиты от воздействий окружающей среды.

Для защиты от воздействия опасных факторов (молнии, статическое электричество, искрение) для противопожарных водопроводов и растворопроводов должны предусматриваться соответствующие меры. В ПСД необходимо предусматривать противокоррозионную защиту подземных трубопроводов систем пенотушения и противопожарного водоснабжения.

Все подземные трубопроводы систем пенотушения и противопожарного водоснабжения резервуарного парка, независимо от их назначения, подлежат электрохимической защите от коррозии в соответствии с ГОСТ Р 51164-98.

Все подземные трубопроводы и оборудование резервуарного парка, независимо от назначения, должны быть подключены к общему контуру заземления.

Глава 2. Системы пенного тушения пожаров и водяного охлаждения резервуарных парков

2.1 Общие требования

Для противопожарной защиты резервуарных парков следует предусматривать системы пенного тушения пожаров (СПП), основанные на применении низкократной пены, получаемой из рабочих растворов фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей, и системы водяного охлаждения.

Системы пенного тушения пожаров подразделяют по способу подачи пены на:

- системы подслоного тушения пожаров (СПТ) – подача пены низкой кратности осуществляется через нижний пояс резервуара непосредственно в слой нефти или нефтепродукта;

- системы тушения пожаров подачей низкократной пленкообразующей пены сверху (СПС) – подача пены низкой кратности осуществляется в зону уплотняющего затвора для резервуаров типа РВСП, в зону кольцевого пространства между стенкой резервуара и барьером для удержания пены для резервуаров типа РВСПК или на поверхность нефти или нефтепродукта в резервуарах, предназначенных для хранения высоковязкой нефти, масел и мазутов;

- системы комбинированного тушения пожаров (СКП) – подача пены низкой кратности осуществляется одновременно сверху в зону уплотняющего затвора для резервуаров типа РВСП или в зону кольцевого пространства между стенкой резервуара и барьером для удержания пены для резервуаров типа РВСПК и через нижний пояс резервуара непосредственно в слой нефти или нефтепродукта.

Для противопожарной защиты резервуаров должны предусматриваться системы пенного тушения пожаров и водяного охлаждения в соответствии с таблицей 1.

Для резервуаров с теплоизоляцией должны предусматриваться системы водяного охлаждения от передвижной пожарной техники.

Для РВС объемом 1000 и 2000 м³ необходимо предусматривать пожарную сигнализацию.

Подача на охлаждение подземных резервуаров объемом более 400 м³ предусматривается передвижной пожарной техникой.

Таблица 1

Виды систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения

Тип резервуара	Объем резервуара по строительному номиналу, м ³	Виды систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения	
		резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов низкой вязкости	резервуары для хранения высоковязкой нефти, масел и мазута
1	2	3	4
РВС	менее 1000	Тушение пожаров и водяное охлаждение передвижной пожарной техникой	
РВС	1000 и 2000	Система подслоного тушения пожаров и водяного охлаждения от передвижной пожарной техники	Система тушения пожаров подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность и водяного охлаждения от передвижной пожарной техники
РВС	3000, 5000, 10000, 20000 и 30000	Автоматическая система подслоного тушения пожаров. Автоматическая система водяного охлаждения	Автоматическая система тушения пожаров подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность. Автоматическая система водяного охлаждения
РВСП	3000, 5000, 10000, 20000 и 30000	Автоматическая система комбинированного тушения пожаров.	-
РВС с купольной крышей и понтоном из алюминиевых сплавов	3000, 5000, 10000, 20000, 30000 и 50000	Автоматическая система водяного охлаждения	-

Окончаниетаблицы 1

1	2	3	4
РВСПК	20000, 30000, 50000 и 100000	Автоматическая система комбинированного ту- шения пожаров. Автоматическая система водяного охлаждения	-
ЖБР	более 5000	Стационарная система подслойного тушения пожаров	Стационарная систе- ма тушения пожаров подачей низкократ- ной пленкообразую- щей пены сверху на поверхность
ЖБР с ку- польной крышей и понтонем из алюминие- вых сплавов	более 5000	Стационарная система комбинированного ту- шения пожаров. Стационарная система водяного охлаждения купола (соседнего с го- рящим резервуара)	Стационарная систе- ма тушения пожаров подачей низкократ- ной пленкообразую- щей пены сверху на поверхность. Ста- ционарная система водяного охлаждения купола (соседнего с горящим резервуара)

Расходы огнетушащих средств следует определять, исходя из расчетной интенсивности подачи рабочего раствора пенообразователя и расчетной площади тушения.

Расчетную интенсивность подачи рабочего раствора фторсодержащего пленкообразующего пенообразователя для тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах следует принимать по таблице 2.

Для резервуаров типа РВСПК для хранения нефти объемом 50 000 м³ расчетную интенсивность следует принимать равной 0,08 л/с · м².

Расчетную площадь тушения для резервуаров следует принимать равной:

– в вертикальных стальных резервуарах со стационарной крышей – площади горизонтального сечения резервуара.

Таблица 2

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя

Вид нефтепродукта	Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/с · м ²		
	системы тушения пожаров подачей низкократной пленкообразующей пены сверху	системы подслоного тушения пожаров	системы комбинированного тушения пожаров
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп} = 28^{\circ}\text{C}$ и ниже	0,08	0,08	0,10
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп}$ более 28°C	0,06	0,08	0,08
Стабильный газовый конденсат	0,10	0,12	0,12
Бензин, керосин, дизельное топливо, газовый конденсат	0,08	0,10	0,10

Расчетную площадь тушения для резервуаров следует принимать равной:

- в вертикальных стальных резервуарах со стационарной крышей – площади горизонтального сечения резервуара;
- в вертикальных стальных и железобетонных резервуарах с понтоном – площади уплотняющего затвора понтона при расчете СПС и горизонтального сечения резервуара при расчете СКП;
- в вертикальных стальных резервуарах с плавающей крышей – площади кольцевого пространства между стенкой резервуара и барьером для удержания пены (на плавающей крыше) при расчете СПС и площади горизонтального сечения резервуара при расчете СКП;
- в железобетонных резервуарах – площади горизонтального сечения резервуара.

Для определения расчетной площади тушения ширину уплотняющего затвора понтона в резервуарах типа РВСП, а также кольцевого пространства между стенкой резервуара и барьером для удержания пены в резервуарах типа РВСПК следует принимать 2,5 м.

Расход воды на охлаждение стенок вертикальных стальных резервуаров следует определять, исходя из расчетной интенсивности подачи воды, принимаемой по таблице 3, и расчетной длины стенки.

Таблица 3

Расчетная интенсивность подачи воды

Система водяного охлаждения резервуаров	Расчетная интенсивность подачи воды, л/с, на один метр расчетной длины	
	окружности горящего резервуара	половины или четверти окружности соседнего с горящим резервуара
Для резервуаров высотой стенки, м:		
- более 12,0	0,75	0,30
- 12,0 и менее, таже и для резервуаров с плавающей крышей	0,50	0,20

При расчете допускается не учитывать подачу воды на охлаждение соседних с горящим резервуаров:

- с теплоизоляцией, при этом на площадке должен предусматриваться неприкосновенный запас воды в объеме не менее 800 м³ для резервуаров объемов до 10 000 м³ включительно, 2000 м³ – для резервуаров объемом более 10 000 м³, а расстояние между резервуарами объемом более 10 000 м³ в этом случае следует увеличивать до 40 м;

- расположенных на расстоянии более двух нормативных расстояний от горящего резервуара, принимаемых в соответствии с таблицей 4.

Расчетную длину стенки для вертикальных стальных резервуаров следует принимать равной:

- для горящего резервуара – длине окружности;
- для соседних резервуаров – половине или четверти длины окружности, в зависимости от расположения резервуаров в группе.

Общий расход воды для системы водяного охлаждения определяется как сумма расходов на охлаждение горящего резервуара и охлаждение соседних с ним в группе. Нормативные расстояния между стенками резервуаров, расположенных в одной группе, определяются по таблице 4. Основные расчетные параметры систем пенного тушения пожара и водяного охлаждения вновь строящихся и действующих резервуаров для хранения нефти с температурой вспышки менее 28°С и мазутов приведены в таблицах 5 и 6.

Таблица 4

Нормативные расстояния между стенками резервуаров, расположенных в одной группе

Резервуары	Единичный номинальный объем резервуаров, устанавливаемых в группе, м ³	Вид хранимых нефти и нефтепродуктов	Допустимая общая номинальная вместимость группы, м ³	Минимальное расстояние между резервуарами, располагаемыми в одной группе
С плавающей крышей	50 000 и более	Независимо от вида жидкости	200 000	30 м
	Менее 50 000	То же	120 000	0,5Д, но не более 30м
С понтоном	50 000	То же	200 000	30м
	Менее 50 000	То же	120 000	0,65Д, но не более 30м
Со стационарной крышей	50 000 и менее	Нефть и нефтепродукты с температурой вспышки выше 45°С	120 000	0,75Д, но не более 30м
	50 000 и менее	То же, с температурой вспышки 45°С и ниже	80 000	0,75Д, но не более 30м

Основные расчетные параметры систем пенного тушения пожара и водяного охлаждения вновь строящихся и действующих резервуаров для хранения нефти с температурой вспышки менее 28°С и мазутов приведены в таблицах 5 и 6.

Фактические параметры систем пенного тушения пожаров, полученные в результате приемочных или периодических испытаний, должны быть не меньше значений расчетных характеристик, приведенных в данных таблицах.

Таблица 5

Основные расчетные параметры систем пенного тушения пожара и водяного резервуаров для хранения нефти с температурой вспышки менее 28°С и мазутов

Тип резервуара (система тушения пожаров)	Технические характеристики резервуара		Система пенного тушения пожаров		Система водяного охлажде- ния горящего резервуара	
	размеры резервуара: диаметр/высота, м	расчетная площадь, м ² /длина окружности (периметр), м	интенсивность подачи рабочего раствора пе- нообразователя, л/(с·м ²)	расчетный расход раствора пенооб- разователя, л/с	интенсивность водяного охлаждения, л/(с·м)	расчетный расход воды, л/с
1	2	3	4	5	6	7
РВС-1000 (СПТ)	10,4/11,92	84,9/32,6	0,08	6,79	0,5	16,3
РВС-1000 (СПС)	10,4/11,92	84,9/32,6	0,06*	5,10	0,5	16,3
РВС-2000 (СПТ)	15,18 / 11,92	180,98 / 47,69	0,08	14,48	0,5	23,85
РВС-3000 (АСПТ)	18,9 / 11,92	280,55 / 59,38	0,08	22,44	0,5	29,69
РВСП-3000 (АСКП)	18,9 / 11,92	280,55 / 59,38	0,100 (0,08)**	28,06 (10,3)**	0,5	29,69
РВС-3000 (АСПС)	18,9 / 11,92	280,55 / 59,38	0,08	22,44	0,5	29,69
РВС-3000 (АСПС)	18,9 / 11,92	280,55 / 59,38	0,06*	16,83	0,5	29,69
РВС-5000 (АСПТ)	22,8 / 11,94	408,28 / 71,63	0,08	32,66	0,5	35,82
РВСП-5000 (АСКП)	22,8 / 11,94	408,28 / 71,63	0,100 (0,08)**	40,83 (12,76)**	0,5	35,82
РВС-5000 (АСПС)	22,8 / 11,94	408,28 / 71,63	0,06*	24,5	0,5	35,82
РВС-10000 (АСПТ)	35,5 / 13,93	989,8 / 111,53	0,08	79,18	0,75	83,65
РВСП-10000 (АСКП)	35,5 / 13,93	989,8 / 111,53	0,100 (0,08)**	98,98 (20,73)**	0,75	83,65
РВС-10000 (АСПС)	35,5 / 13,93	989,8 / 111,53	0,060*	59,39	0,75	83,65
РВС-20000 (АСПТ)	45,6 / 13,93	1633,13 / 143,26	0,08	130,65	0,75	107,45
РВСП-20000 (АСКП)	45,6 / 13,93	1633,13 / 143,26	0,100 (0,08)**	163,31 (27,08)**	0,75	107,45
РВСП-20000 (АСКП)	45,6 / 13,93	1633,13 / 143,26	0,100 (0,08)**	163,31 (27,08)**	0,75	107,45

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
РВСПК-20000 (АСКП)	45,6 / 13,93	1633,13 / 143,26	0,100 (0,08)**	163,31 (27,08)**	0,5	71,59
РВС-20000 (АСПС)	45,6 / 13,93	1633,13 / 143,26	0,06*	97,99	0,75	107,45
РВС-30000 (АСПТ)	45,6 / 17,91	1633,13 / 143,26	0,08	130,65	0,75	107,45
РВСП-30000 (АСКП)	45,6 / 17,91	1633,13 / 143,26	0,100 (0,08)**	163,31 (27,08)**	0,75	107,45
РВСПК-30000 (АСКП)	45,6 / 17,91	1633,13 / 143,26	0,100 (0,08)**	163,31 (27,08)**	0,5	71,59
ЖБР-10000 (СПТ)	42 / 7,65	1385,44 / 131,95	0,08	110,84	-	-
ЖБР-10000 (СПС)	42 / 7,65	1385,44 / 131,95	0,08	110,84	-	-
ЖБР-10000 (СПТ)	длина – 55 м ширина – 40 м высота – 6 м	2200 / 190	0,08	176	-	-
ЖБР-10000 (СПС)	длина – 55 м ширина – 40 м высота – 6 м	2200 / 190	0,08	176	-	-
ЖБР-30000 (СПТ)	66 / 8,96	3421,19 / 207,35	0,08	273,7	-	-
ЖБР-30000 (СПС)	66 / 8,96	3421,19 / 207,35	0,08	273,7	-	-

* резервуары для хранения мазута;

** в скобках приведены расчетные значения для СПС, входящей в состав СКП

Таблица 6

Основные расчетные параметры систем пенного тушения пожара и водяного резервуаров для хранения нефти с температурой вспышки менее 28°С и мазутов

Тип резервуара (система тушения пожаров)	Технические характеристики резервуара		Система пенного тушения пожаров		Система водяного охлажде- ния горящего резервуара	
	размеры резервуара: диаметр/высота, м	расчетная площадь, м ² /длина окружности (периметр), м	интенсивность подачи рабочего раствора пе- нообразователя, л/(с·м ²)	расчетный расход раствора пенооб- разователя, л/с	интенсивность водяного охлаждения, л/(с·м)	расчетный расход воды, л/с
1	2	3	4	5	6	7
РВС-5000 (АСПТ)	21 / 15	346,36 / 65,97	0,08	27,71	0,75	49,48
РВС-5000 (АСПТ)	22,79 / 11,9	407,92 / 71,6	0,08	32,63	0,5	35,8
РВС-5000 (АСПТ)	24,5 / 11,9	471,44 / 76,97	0,08	37,72	0,5	38,49
РВСП-5000 (АСКП)	21 / 15	346,36 / 65,97	0,10 (0,08)**	34,64 (11,62)**	0,75	49,48
РВСП-5000 (АСКП)	22,8 / 11,9	408,28 / 71,623	0,10 (0,08)**	40,83 (12,76)**	0,5	35,82
РВСП-5000 (АСКП)	24,5 / 11,9	471,44 / 76,97	0,10 (0,08)**	47,14 (13,82)**	0,5	38,49
РВС-10000 (АСПТ)	28,5 / 18	637,94 / 89,54	0,08	53,04	0,75	67,16
РВС-10000 (АСПТ)	34,2 / 11,9	918,63 / 107,44	0,08	73,49	0,5	53,72
РВСП-10000 (АСКП)	28,5 / 18	637,94 / 89,54	0,10 (0,08)**	63,79 (16,34)**	0,75	67,16
РВСП-10000 (АСКП)	34,2 / 11,9	918,63 / 107,44	0,10 (0,08)**	91,86 (19,92)**	0,5	53,72
РВС-20000 (АСПТ)	39,9 / 18	1250,36 / 125,35	0,08	100,03	0,75	94,01
РВС-20000 (АСПТ)	45,6 / 11,9	1633,13 / 143,26	0,08	130,65	0,5	71,63
РВС-20000 (АСПТ)	47,4 / 11,9	1764,60 / 148,91	0,08	141,17	0,5	74,46
РВСП-20000 (АСКП)	39,9 / 18	1250,36 / 125,35	0,10 (0,08)**	125,04 (23,5)**	0,75	94,01
РВСП-20000 (АСКП)	45,6 / 11,9	1633,13 / 143,26	0,10 (0,08)**	163,31 (27,08)**	0,5	71,63
РВСП-20000 (АСКП)	47,4 / 11,9	1764,60 / 148,91	0,10 (0,08)**	176,46 (28,21)**	0,5	74,46

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
РВСП-20000 (АСКП)	47,4 / 11,9	1764,60 / 148,91	0,10 (0,08)**	176,46 (28,21)**	0,5	74,46
РВС-30000 (АСПТ)	47,4 / 18	1764,60 / 148,91	0,08	141,17	0,75	111,68
РВСП-30000 (АСКП)	47,4 / 18	1764,60 / 148,91	0,10 (0,08)**	176,46 (28,21)**	0,75	111,68
РВСПК-50000 (АСКП)	60,7 / 18	2894,17 / 190,72	0,08 (0,08)**	231,53 (36,57)**	0,5	95,36
ЖБР-10000 (АСПТ)	42 / 7,8	1385,44 / 131,95	0,08	110,84	-	-
ЖБРП-10000 (АСПТ)	длина – 55 м ширина – 40 м высота – 6 м	2200 / 190	0,08	176	-	-
ЖБР-30000 (АСПТ)	48 / 18	1809,56 / 150,79	0,08	144,77	-	-
ЖБР-30000 (АСПТ)	66 / 9,3	3421,19 / 207,35	0,08	273,70	-	-
ЖБРПК-10000 (АСКП)	42 / 7,8	1385,44 / 131,95	0,10 (0,08)**	138,54 (24,82)**	-	-
ЖБРПК-30000 (АСКП)	66 / 9,3	3421,19 / 207,35	0,10 (0,08)**	342,12 (39,9)**	-	-

** в скобках приведены расчетные значения для СПС, входящей в состав СКП

2.2 Система подслоного тушения пожаров

2.2.1 Основные технические характеристики

Система подслоного тушения пожаров (СПТ) – комплекс устройств, оборудования, фторсодержащего пленкообразующего пенообразователя, предназначенных для тушения пожара нефти и нефтепродуктов подачей низкократной пены в основание резервуара, непосредственно в слой нефти или нефтепродукта.

Состав основных элементов и оборудования автоматической системы подслоного тушения пожаров (АСПТ):

- внутренняя разводка пенопроводов с пенными насадками в резервуаре;
- наружные участки пенопроводов;
- запорные устройства с ручным приводом;
- обратные клапаны;
- мембраны разрывные для СПТ;
- узлы для промывки и испытаний;
- дренажные устройства;
- высоконапорные пеногенераторы (ВПГ);
- растворопроводы;
- фильтрующие устройства;
- узлы для подключения передвижной пожарной техники;
- запорные устройства с электроприводом;
- наружные сети растворопроводов и водопроводов (при необходимости);
- стационарные емкости для хранения и дозирования фторсинтетического пленкообразующего пенообразователя (баки-дозаторы);
- центробежные насосные агрегаты;
- емкости для хранения противопожарного запаса воды;
- пожарные извещатели, контрольно-измерительные приборы, приборы управления (система автоматизации).

В проектно-сметной документации (ПСД) должны быть указаны следующие технические характеристики СПТ:

- расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя в соответствии с таблицей 2;
- расчетный расход рабочего раствора пенообразователя;
- количество линейных вводов СПТ;
- количество и тип ВПГ;

- давление рабочего раствора пенообразователя на входе ВПП;
- фактический расход рабочего раствора пенообразователя;
- фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя;
- количество и тип разрывных мембран;
- количество «Т»-образных пенных насадков для ввода пены в слой нефти или нефтепродукта;
- тип и концентрация пенообразователя;
- расчетное количество пенообразователя с учетом заполнения сухотрубных участков;
- резерв пенообразователя;
- нормативный запас пенообразователя;
- запас воды необходимый для применения СПТ.

2.2.2 Внутренняя разводка пенопроводов

При привязке типовых проектных решений пенопроводов допускается отклонение от указанного значения диаметра кольца внутренней разводки пенопровода в РВСП, РВСПК не более чем на 10% в сторону центра резервуара, в РВС и ЖБР – не более чем на 5%.

Кольцевой пенопровод внутренней разводки должен быть расположен на высоте не менее 0,7 м (по оси пенопровода) от днища резервуара.

Конструкция и расположение пенопроводов должны обеспечивать предотвращение скопления воды и отложений осадка в линии пенопроводов.

Плоскость расположения разводки внутри резервуара должна иметь уклон 5-10 градусов от места ввода пенопровода в резервуар.

Пенные насадки должны иметь «Т»-образную форму. «Т»-образная форма пенных насадков должна обеспечиваться включением в их конструкцию тройников, соответствующих требованиям ГОСТ 17376.

Размещение пенных насадков должно предусматривать равномерное распределение пены по поверхности нефти или нефтепродукта.

Скорость истечения пены, выходящей из насадка в слой нефти или нефтепродукта, должна обеспечиваться в пределах 2,0-3,0 м/с.

2.2.3 Оборудование и размещение линейных вводов

Количество линейных вводов СПТ должно быть не менее двух.

Патрубки линейных вводов СПТ должны быть расположены в первом поясе стенки резервуара равномерно по периметру. При проектировании пат-

рубков линейных вводов СПТ должны соблюдаться требования в части обеспечения прочности и герметичности.

В обваловании надземно должны располагаться:

- узлы для промывки;
- коренные задвижки;
- разрывные мембраны;
- узлы для испытания СПТ;
- обратные клапаны;
- напорные узлы пеногенераторов;
- фильтрующие устройства.

Диаметры условного прохода разрывных мембран, обратных клапанов и коренных задвижек должны соответствовать диаметрам условного прохода пенопроводов.

Последовательность установки оборудования на линейном вводе СПТ в каре от резервуара: узел для промывки пенопроводов, коренная задвижка, разрывная мембрана, узел для испытаний, кран для слива конденсата, обратный клапан, напорный узел пеногенераторов и фильтрующее устройство.

Участок пенопровода от стенки резервуара до обратного клапана (при подтверждении расчетом) должен быть защищен теплоизоляцией. Металлический теплоизоляционный кожух должен проектироваться легкоъемным, материал утеплителя быть негорючим. Необходимо обеспечивать прилегание конструкций кожуха к стенке резервуара, а также свободный доступ к маховикам задвижек, вентилю крана для слива конденсата. Участок наружного пенопровода от стенки резервуара до обратного клапана должен иметь уклон не менее 0,001 по направлению от резервуара.

В системах подслоного тушения необходимо применять следующие типоразмеры разрывных мембран: РМ-150; РМ-200; РМ-250; РМ-300 (числовое значение соответствует диаметру условного прохода). Расчетное давление со стороны резервуара должно быть не менее 0,3 МПа, перепад давления для разрыва с полным раскрытием проходного сечения – не более 0,1 МПа.

Пропускная способность узла для периодических испытаний должна обеспечивать проверку работы напорного узла ВПГ и качества рабочего раствора пенообразователя без подачи пены в резервуар. Гребенка узла с пожарными соединительными головками устанавливается только на период проведения испытаний.

Сухотрубные растворопроводы на участке линейного ввода СПТ от электроприводной задвижки до напорного узла пеногенераторов в каре обвалования

резервуаров должны прокладываться подземно с уклоном не менее 0,001 к дренажным колодцам и оборудоваться сливными устройствами. Дренажные колодцы должны располагаться за пределами обвалования.

Стальные опоры под трубопроводы и ВПП, фланцевые соединения трубопроводов пенотушения и водяного охлаждения, электрокабели, кабели управления электроприводами запорной арматуры на узлах ПРП, установленные в каре, должны защищаться огнезащитными составами, обеспечивающими их устойчивость к воздействию тепла пожара не менее 45 минут.

Основные технические характеристики применяемых огнезащитных составов должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 7.

Таблица 7

Основные технические характеристики применяемых огнезащитных составов

Огнезащитная эффективность	Не ниже 4-ой группы согласно НПБ 236-97 (предел огнестойкости не менее 45 мин.)	
Толщина покрытия не более, мм	Приведенная толщина металлоконструкций, мм	
	до 6 мм	более 6 мм
	4	3
Условия эксплуатации	Температура -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$, влажность до 100%, воздействие атмосферных осадков	
Условия нанесения огнезащитного состава	Температура от -10°C до $+30^{\circ}\text{C}$, грунтовка поверхности не требуется, возможность нанесения на окрашенную поверхность	
Возможность восстановления при локальном разрушении покрытия	Требуется	
Способ нанесения	Вручную при помощи кисти, валика; механизировано при помощи краскопульта	
Срок эксплуатации не менее, лет	10	

СПТ должны быть обеспечены запасом разрывных мембран не менее 100% для резервуара, на котором предусматривается проведение приемочных испытаний системы тушения пожаров.

2.2.4 Методика расчета систем подслоного тушения пожаров

2.2.4.1 Исходные данные

Исходные данные:

- тип резервуара (РВС, ЖБР или ЖБРП);
- диаметр резервуара D , м, или длина L и ширина B , м;
- расчетная площадь тушения равная площади резервуара в плане $S_{\text{туш}}$, м^2 ;
- хранимый нефтепродукт, $T_{\text{всп}}$ – температура вспышки;
- концентрация рабочего раствора пенообразователя – K , %, $K = 1\%$;
 $K = 3\%$; $K = 6\%$;
- расчетное время тушения $t_{\text{туш}}$, мин, $t_{\text{туш}} = 15$ мин;
- внутренний диаметр сухотрубных участков, $D_{\text{сух.уч.}}$, м;
- протяженность сухотрубных участков, $L_{\text{сух.уч.}}$, м.

2.2.4.2 Расчет системы подслоного тушения пожаров

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя – $I_{\text{тр}}$, $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ – принимается по таблице 2.

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч}}$, $\text{л}/\text{с}$:

$$Q_{\text{расч}} = S_{\text{туш}} \cdot I_{\text{расч.}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{туш}}$ – расчетная площадь тушения, м^2 ;
 $I_{\text{расч.}}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Характеристики внутренней разводки, количество «Т»-образных пенных насадков, разрывных мембран, линейных вводов СПТ, высоконапорных генераторов (ВПГ) должны приниматься согласно типовым проектным решениям.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт.}}$, $\text{л}/\text{с}$ определяется как сумма произведений расходов ВПГ определенного типа на их количество:

$$Q_{\text{факт.}} = \sum (Q_{\text{ВПГ.i}} \cdot N_{\text{ВПГ.i}}), \quad (2)$$

где $Q_{\text{ВПГ.i}}$ – расход ВПГ одного типа, $\text{л}/\text{с}$;
 $N_{\text{ВПГ.i}}$ – суммарное количество ВПГ одного типа.

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{факт}}$, л/(м²·с):

$$I_{\text{факт}} = Q_{\text{факт.}} / S_{\text{туш.}} \quad (3)$$

Проверка соответствия фактических и требуемых условий тушения пожара. Для обеспечения требуемых условий тушения пожара должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{факт.}} \geq I_{\text{расч.}} \quad (4)$$

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м³:

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт.}} \cdot K \cdot t_{\text{туш.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100, \quad (5)$$

где $Q_{\text{факт.}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя, м³/с;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;

$t_{\text{туш.}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$, м³:

$$V_{\text{ПО (сух.уч.)}} = \sum (\Pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}) \cdot K / 100, \quad (6)$$

где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр сухотрубного участка, м;

$L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность сухотрубного участка, м;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Примечание: в расчете необходимо учитывать сухотрубные участки растворопроводов, наружных пенопроводов и внутренней разводки СПТ.

200% резерв пенообразователя $V_{\text{ПО рез.}}$, м³:

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}}, \quad (7)$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³.

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПТ $V_{\text{ПО СПТ}}$, м³:

$$V_{\text{ПО СПТ}} = V_{\text{ПО}} + V_{\text{ПО (сух.уч.)}} + V_{\text{ПО рез.}}, \quad (8)$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³;

$V_{\text{ПО(сух.уч.)}}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м³;

$V_{\text{ПО рез.}}$ – 200% резерв пенообразователя, м³.

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПТ $V_{\text{ПО факт.}}$, м³, определяется при подборе баков-дозаторов с

определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя, при этом должно выполняться условие:

$$V_{\text{ПО факт}} \geq V_{\text{ПО СПТ}}. \quad (9)$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения СПТ, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды $V_{\text{зап.воды}}$, м³:

$$V_{\text{зап.воды}} = V_{\text{ПО СПТ}} \cdot ((100 - K)/K + 1), \quad (10)$$

где $V_{\text{ПОСПТ}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПТ, м³;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в СПТ или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}$, м³:

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}}, \quad (11)$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³.

2.2.5 Пример расчета

Исходные данные:

- тип резервуара – РВС-10000;
- диаметр резервуара D , м, $D = 35,5$ м;
- расчетная площадь тушения, равная площади резервуара в плане $S_{\text{туш}}$, м², $S_{\text{туш}} = 989,8$ м²;
- хранимый нефтепродукт – нефть, $T_{\text{всп.}} < 28^{\circ}\text{C}$;
- концентрация рабочего раствора пенообразователя K , %; $K = 6\%$;
- расчетное время тушения $t_{\text{туш.}}$, мин, $t_{\text{туш.}} = 15$ мин;
- внутренний диаметр сухотрубных участков $D_{\text{сух. уч.}}$, м, $D_{\text{сух. уч.}} = 0,2$ м;
- суммарная протяженность сухотрубных участков $L_{\text{тр}}$, м, $L_{\text{тр}} = 400$ м.

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя – $I_{\text{расч.}} = 0,08$ л/(м²·с) (принимается по таблице 2).

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч}}$, л/с:

$$Q_{\text{расч.}} = S_{\text{туш.}} \cdot I_{\text{расч.}} = 989,8 \cdot 0,08 = 79,18 \text{ л/с,}$$

где $S_{\text{туш.}}$ – расчетная площадь тушения, м²;

$I_{\text{расч.}}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/(м²·с).

Согласно типовым проектным решениям:

- количество «Т»-образных пенных насадков – 8 шт.;
- количество линейных вводов СПТ – 2 шт.;
- количество разрывных мембран – 2 шт.;
- количество высоконапорных генераторов (ВПГ) – ВПГ-20 – 4 шт.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт.}}$, л/с, определяется как сумма произведений расходов определенного типа ВПГ на их количество:

$$Q_{\text{факт.}} = \sum (Q_{\text{ВПГ. } i} \cdot N_{\text{ВПГ. } i}) = 4 \cdot 20 = 80 \text{ л/с,}$$

где $Q_{\text{ВПГ. } i}$ – расход ВПГ одного типа, л/с;

$N_{\text{ВПГ. } i}$ – суммарное количество ВПГ одного типа.

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя – $I_{\text{факт.}}$, л/(м²·с):

$$I_{\text{факт.}} = Q_{\text{факт.}} / S_{\text{туш.}} = 80 / 989,8 = 0,081 \text{ л/(м}^2\text{·с)}.$$

Для обеспечения соответствия фактических и требуемых условий тушения пожара должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{факт.}} \geq I_{\text{расч.}},$$

$$0,081 > 0,08$$

Расчетное количество пенообразователя ВПО, м³:

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт.}} \cdot K \cdot t_{\text{туш.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100 = 80 \cdot 6 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100 = 4,32 \text{ м}^3,$$

где $Q_{\text{факт.}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя, м³/мин;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;

$t_{\text{туш.}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков ВПО (сух.уч.), м³:

$$V_{\text{ПО}} (\text{сух.уч.}) = \sum (\Pi \cdot D_{\text{сух.уч. } i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч. } i}) \cdot K / 100 = \\ = 3,1416 \cdot 0,22^2 / 4 \cdot 400 \cdot 6 / 100 = 0,75 \text{ м}^3,$$

где $D_{\text{сух.уч. } i}$ – внутренний диаметр сухотрубного участка, м;

$L_{\text{сух.уч. } i}$ – протяженность сухотрубного участка, м;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Примечание: в расчете необходимо учитывать сухотрубные участки растворопроводов, наружных пенопроводов и внутренней разводки СПТ.

200% резерв пенообразователя ВПО рез., м³:

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}} = 2 \cdot 4,32 = 8,64 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³.

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПТ ВПОСПТ, м³:

$$\text{ВПОСПТ} = \text{ВПО} + \text{ВПО (сух.уч.)} + \text{ВПО рез.} = 4,32 + 0,75 + 8,64 = 13,71 \text{ м}^3,$$

где ВПО – расчетное количество пенообразователя, м³;

ВПО(сух.уч.) – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м³;

ВПО рез. – 200% резерв пенообразователя, м³.

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПТ, ВПО факт., м³., определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя. В данном примере принимаем 2 бака-дозатора типа БДП-10000 объемом 10 м³:

$$\text{ВПО факт} \geq \text{ВПО СПТ}$$

$$20 \geq 13,71$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения СПТ, м³, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды:

$$\begin{aligned} \text{V}_{\text{зап.воды}} &= \text{ВПО СПТ} \cdot ((100 - K)/K + 1) = \\ &= 13,71 \cdot ((100 - 6)/6 + 1) = 228,5 \text{ м}^3, \end{aligned}$$

где ВПО СПТ. – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПТ, м³;

К – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в СПТ или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники ВПО норм. зап., м³:

$$\text{ВПО норм. зап.} = 3 \cdot \text{ВПО} = 3 \cdot 4,32 = 12,96 \text{ м}^3,$$

где ВПО – расчетное количество пенообразователя, м³.

2.2.6 Основные технические характеристики СПТ резервуаров типа РВС, ЖБР и ЖБРП

Основные технические характеристики СПТ для вновь строящихся и действующих (реконструируемых) резервуаров типа РВС, ЖБР и ЖБРП, рассчитанные по данной методике, представлены в таблицах 8 и 9 соответственно.

Таблица 8

Основные технические характеристики СПТ для резервуаров типа РВС

Наименование	Тип резервуара				
	РВС-2000	РВС-3000	РВС-5000	РВС-10000	РВС-20000
Размеры резервуара: диаметр, м; высота, м	15,18 11,92	18,9 11,92	22,8 11,94	35,5 13,93	45,6 13,93
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	14,48	22,44	32,66	79,18	130,65
Количество и тип ВПГ	2 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-20	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, не менее, л/с	20	40	40	80	150
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/(м ² ·с)	0,111	0,143	0,098	0,081	0,092
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	3
Количество пенных «Т»-образных насадков, шт.	4	4	5	8	12

Таблица 9

Основные технические характеристики СПТ для резервуаров
типа ЖБР и ЖБРП

Наименование	Тип резервуара		
	ЖБР-10000	ЖБРП-10000	ЖБР-30000
Размеры резервуара: диаметр, м; высота, м	42 7,65	длина – 55 м ширина – 40 м высота – 6 м	66 8,96
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя	0,08	0,08	0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	110,84	176	273,7
Количество и тип ВПГ	2 шт. ВПГ-20 4 шт. ВПГ-30	6 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30	4 шт. ВПГ-20 8 шт. ВПГ-30
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, не менее, л/с	160	210	320
Фактическая интенсивность пода- чи рабочего раствора пенообразо- вателя, л/(м ² ·с)	0,115	0,095	0,094
Количество линейных вводов, шт.	2	3	4
Количество пенных «Г»-образных насадков, шт.	12	20	20

2.2.7 Напорные узлы высоконапорных пеногенераторов

Напорный узел должен состоять не менее чем из двух ВПГ, за исключением резервуаров объемом по строительному номиналу 3000 м³ и менее, где допускается установка одного высоконапорного пеногенератора на один линейный ввод.

Максимальная протяженность (длина) пенопровода не должна превышать 100 м.

Для получения воздушно-механической пены низкой кратности должны применяться ВПГ, соответствующие требованиям норм пожарной безопасности, утвержденным техническим условиям и имеющие сертификат пожарной безопасности.

Для контроля за работой ВПГ до и после напорного узла необходимо предусматривать штуцера с заглушками для подсоединения показывающих манометров в период испытаний СПТ.

Перед напорными узлами (по направлению подачи рабочего раствора пенообразователя) на горизонтальном участке трубопровода на расстоянии не более 3 м от ВПГ должны предусматриваться фильтрующие устройства с размером ячейки 4 мм.

Напорные узлы должны располагаться на высоте не менее 1 м, при этом «до» и «после» ВПГ трубопроводы должны опираться на опоры.

Для обслуживания напорных узлов должны предусматриваться площадки с твердым покрытием, выступающими не менее чем на 0,5 м за пределы данного оборудования.

Площадки для обслуживания ВПГ следует проектировать с уклоном не менее 0,001 по направлению от резервуара.

2.2.8 Узлы для подключения передвижной пожарной техники

Каждый линейный ввод СПТ подлежит оборудованию отдельным узлом для подключения передвижной пожарной техники.

В состав узла для подключения передвижной пожарной техники (далее по тексту – узел) должны включаться:

- патрубки Ду 80, оборудованные запорной арматурой, головками муфтовыми типа ГМ и головками заглушками типа ГЗ;
- напорный коллектор, оснащенный сливным краном;
- сухотрубный растворопровод для подключения к линейному вводу.

Количество патрубков Ду 80, входящих в состав узлов, должно приниматься относительно фактического расхода через линейный ввод из расчета не более 20 л/с на один патрубок.

Присоединение узла к линейным вводам СПТ следует предусматривать на участке между напорным узлом ВПГ с фильтрующим устройством и запорной арматурой с электроприводом. Узел должен устанавливаться на наружной стенке помещения под электроприводные задвижки, используемой в качестве теплозащитного экрана, со стороны противоположной защищаемому резервуару.

В системах тушения пожаров от передвижной пожарной техники узлы оборудуются отдельными стенками, выполняющими функции теплозащитных экранов. В данном случае стенка должна устанавливаться вдоль автомобильных дорог на расстоянии от 2,5 до 15 м от края проезжей части.

Узел для подключения передвижной пожарной техники должен устанавливаться на стенке со стороны противоположной от защищаемого резервуара. Узлы должны размещаться на расстоянии не более 50 м от водоисточника (пожарный гидрант, емкость для хранения противопожарного запаса воды, гребенка для забора воды или раствора пенообразователя и др.).

Диаметры условных проходов сухотрубного растворопровода узла для подключения передвижной пожарной техники и линейного ввода СПТ должны быть равными.

Узлы для подключения передвижной пожарной техники должны быть расположены на высоте не более 1 м от уровня земли (проезжей части). Для обслуживания узлов должны предусматриваться площадки с твердым покрытием, выступающими не менее чем на 0,5 м за его пределы.

В процессе эксплуатации каждый узел должен быть оснащен указательным знаком и дополнительной табличкой с поясняющей надписью, выполненными в соответствии НПБ 160. Поясняющая надпись должна включать:

- наименование и номер защищаемого объекта;
- тип системы тушения пожаров;
- порядковый номер узла (присваивается относительного общего количества узлов для защищаемого объекта, например №1/3);
- $P_{тр}$ – требуемое давление рабочего раствора пенообразователя на напорном коллекторе узла для проведения пенной атаки.

Дополнительная табличка должна быть выполнена из коррозионностойкого материала и окрашена в белый цвет. Информация наносится черной краской и выполняется по ГОСТ 10807.

Запорная арматура узлов для подключения передвижной пожарной техники в процессе эксплуатации должна быть установлена в положение «Закрыто».

2.3 Система тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность нефти или нефтепродукта

2.3.1 Основные технические характеристики

Система тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху (СПС) – комплекс устройств, оборудования, фторсодержащего пленкообразующего пенообразователя, предназначенных для тушения пожара нефти и нефтепродуктов подачей пены на поверхность нефти или нефтепродукта.

Состав основных элементов и оборудования автоматической системы тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность нефти или нефтепродукта (АСПС):

- камеры низкократной пены (КНП);
- растворопроводы;
- обратные клапаны;
- фильтрующие устройства;
- дренажные устройства;
- узлы для подключения передвижной пожарной техники;
- запорные устройства с электроприводом;

- наружные сети растворопроводов и водопроводов;
- стационарные емкости для хранения и дозирования фторсинтетического пленкообразующего пенообразователя (баки-дозаторы);
- центробежные насосные агрегаты;
- емкости для хранения противопожарного запаса воды;
- пожарные извещатели, контрольно-измерительные приборы, приборы управления (система автоматизации).

В ПСД должны быть указаны следующие технические характеристики СПС:

- расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя в соответствии с таблицей 2;
- расчетный расход рабочего раствора пенообразователя;
- количество линейных вводов СПС;
- количество и тип КНП;
- давление рабочего раствора пенообразователя на входе КНП;
- фактический расход рабочего раствора пенообразователя;
- фактическая интенсивность рабочего раствора пенообразователя;
- тип и концентрация пенообразователя;
- расчетное количество пенообразователя с учетом заполнения сухотрубных участков;
- резерв пенообразователя;
- нормативный запас пенообразователя;
- запас воды необходимый для применения СПС.

2.3.2 Камеры низкократной пены

При проектировании СПС должны предусматриваться КНП, обеспечивающие получение воздушно-механической пленкообразующей пены и ее подачу в виде плоских веерных струй одновременно в кольцевой уплотняющий затвор в РВСП или в кольцевое пространство между стенкой резервуара и барьером для удержания пены в РВСПК и в сторону внутренней стенки резервуара. Аналогичные КНП должны применяться при проектировании СПС для резервуаров типа РВС и ЖБР.

Длина охвата пенной струей периметра резервуара, при уровне разлива нефти или нефтепродукта на высоте 6,0 м от КНП, должна быть не менее 15 м. КНП, предназначенные для оснащения резервуаров типа РВС, РВСП, РВСПК, ЖБР, должны быть снабжены герметизирующими устройствами, препятствующими выходу из резервуаров паров нефти или нефтепродукта в сухотруб

растворопровода. КНП должны устанавливаться в верхнем поясе резервуара, не снижая полезного объема, с шагом не более 33 м по периметру стенки.

Минимальное расстояние от низа врезки КНП до максимального уровня жидкости, понтона или конструкций плавающей крыши следует определять с учетом температурного расширения нефтепродукта и принимать не менее 100 мм от низа крепежного узла камеры. Размеры крепежных узлов КНП для присоединения к стенке резервуара должны обеспечивать упрощение процедуры замены пеногенераторов типа ГПСС.

При установке камер на РВСПК выше стенки резервуара КНП должны оборудоваться пеноотражающими экранами, предотвращающими выход пенной струи за пределы резервуара. СПС должны быть обеспечены запасом герметизирующих элементов для камер низкократной пены в размере не менее 100 % для резервуара, на котором предусматривается проведение приемочных испытаний системы тушения пожаров.

2.3.3 Линейные вводы и распределительные растворопроводы

Количество линейных вводов СПС для подачи рабочего раствора пенообразователя к распределительным растворопроводам должно быть не менее двух.

На вертикальных стальных резервуарах должны предусматриваться кольцевые распределительные растворопроводы, выполненные с уклоном не менее 0,001 в сторону линейных вводов. От кольцевого растворопровода к каждой КНП должен предусматриваться отдельный вертикальный растворопровод.

Кольцевые растворопроводы СПС должны устанавливаться на высоте не менее уровня второго пояса вертикального стального резервуара. Места присоединения линейных вводов СПС к кольцевому растворопроводу должны располагаться равномерно по периметру резервуара.

В каре резервуаров на каждом горизонтальном участке трубопроводов линейных вводов, проложенных надземно, перед стенкой резервуара на расстоянии не менее 1 м должно устанавливаться фильтрующее устройство с диаметром ячейки 4 мм.

Сухотрубные растворопроводы на участке линейного ввода СПС от электроприводной задвижки до резервуара в каре обвалования должны прокладываться подземно с уклоном не менее 0,001 к дренажным колодцам и оборудоваться сливными устройствами. Дренажные колодцы должны располагаться за пределами обвалования.

Для контроля давления в период испытаний СПС в помещение электроприводных задвижек на линейном вводе (на сухотрубном участке растворопровода за электроприводной задвижкой), а также на входе наиболее удаленной от линейного ввода КНП необходимо предусматривать штуцер с заглушкой для подсоединения показывающего манометра.

2.3.4 Методика расчета систем тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность нефти или нефтепродуктов (СПС)

2.3.4.1 Исходные данные

Исходные данные:

- тип резервуара (РВС, ЖБР или ЖБРП);
- диаметр резервуара D , м, или длина L , м, и ширина (B), м;
- расчетная площадь тушения, равная площади резервуара в плане $S_{\text{туш}}$, м^2 ;
- хранимый нефтепродукт (высоковязкая нефть, мазут, масло), $T_{\text{всп}}$ – температура вспышки;
- концентрация рабочего раствора пенообразователя K , % ($K = 1\%$, $K = 3\%$, $K = 6\%$);
- расчетное время тушения $t_{\text{туш}}$, мин, $t_{\text{туш}} = 15$ мин;
- внутренний диаметр сухотрубных участков $D_{\text{сух.уч.}}$, м;
- протяженность сухотрубных участков $L_{\text{сух.уч.}}$, м.

2.3.4.2 Расчет системы тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность горючего

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{тр}}$, $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ принимается по таблице 2.

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч}}$, $\text{л}/\text{с}$:

$$Q_{\text{расч}} = S_{\text{туш}} \cdot I_{\text{расч}}$$

где $S_{\text{туш}}$ – расчетная площадь тушения, м^2 ;

$I_{\text{расч}}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

Количество камер низкократной пены определяется методом подбора с учетом следующих условий:

- расстояние между камерами по периметру резервуара должно быть не более 33 м;

– суммарный расход КНП должен обеспечивать тушение пожара с интенсивностью не менее расчетной;

– для оснащения резервуара принимаются КНП одного типа.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт.}}$, л/с, определяется произведением расхода определенного типа КНП на их количество:

$$Q_{\text{факт.}} = Q_{\text{КНП}} \cdot N_{\text{КНП}},$$

где $Q_{\text{КНП}}$ – расход КНП, л/с;

$N_{\text{КНП}}$ – количество КНП.

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{факт.}}$, л/(м²·с):

$$I_{\text{факт.}} = Q_{\text{факт.}} / S_{\text{туш.}}$$

Для обеспечения соответствия фактических и требуемых условий тушения пожара должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{факт.}} \geq I_{\text{расч.}}$$

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м³:

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт.}} \cdot K \cdot t_{\text{туш.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100,$$

где $Q_{\text{факт.}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя м³/с;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;

$t_{\text{туш.}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$, м³:

$$V_{\text{ПО (сух.уч.)}} = \sum (\Pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}) \cdot K / 100,$$

где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр i -го сухотрубного участка, м;

$L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность i -го сухотрубного участка, м;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

В расчете необходимо учитывать сухотрубные участки линейных вводов СПС, кольцевого растворопровода на резервуаре и вертикальных растворопроводов, соединяющих кольцевой растворопровод с КНП.

200% резерв пенообразователя $V_{\text{ПО рез.}}$, м³:

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}},$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³.

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПС $V_{\text{ПО СПС}}$, м³:

$$V_{\text{ПО СПС}} = V_{\text{ПО}} + V_{\text{ПО (сух.уч.)}} + V_{\text{ПО рез.}}$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³;

$V_{\text{ПО(сух.уч.)}}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м^3 ;

$V_{\text{ПО рез}}$ – 200% резерв пенообразователя, м^3 .

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПС $V_{\text{ПО факт.}}$, м^3 , определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя, при этом должно выполняться условие:

$$V_{\text{ПО факт.}} \geq V_{\text{ПО СПС.}}$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения СПТ, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды:

$$V_{\text{зап.воды}} = V_{\text{ПО СПС}} \cdot ((100 - K)/K + 1),$$

где $V_{\text{ПО СПС.}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПС, м^3 ;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в СПС или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}},$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

2.3.4.3 Пример расчета

Исходные данные:

– тип резервуара –РВС-20000;

– диаметр резервуара D , м, $D = 45,6$ м;

– расчетная площадь тушения, равная площади резервуара в плане $S_{\text{туш.}}$, м^2 , $S_{\text{туш}} = 1633,13$;

– хранимый нефтепродукт – высоковязкая нефть, $T_{\text{всп.}} < 28^\circ\text{C}$;

– концентрация рабочего раствора пенообразователя K , %, $K = 6$ %;

– расчетное время тушения $t_{\text{туш.}}$, мин, $t_{\text{туш.}} = 15$ мин.;

– внутренний диаметр сухотрубных участков, $D_{\text{сух. уч.}}$, м: линейных вводов СПС – 0,15 м, кольцевого растворопровода – 0,15 м; вертикального растворопровода соединяющих кольцевой растворопровод с КНП – 0,1 м;

– протяженность сухотрубных участков, $L_{\text{тр}}$, м: линейных вводов СПС – 300 м; кольцевого растворопровода – 147 м; вертикальных растворопроводов соединяющих кольцевой растворопровод с КНП – 66 м (суммарная).

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{расч.}} = 0,08 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, принимается по таблице 2.

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч.}}$, л/с:

$$Q_{\text{расч.}} = S_{\text{туш.}} \cdot I_{\text{расч.}} = 1633,13 \cdot 0,08 = 130,65 \text{ л/с},$$

где $S_{\text{туш.}}$ – расчетная площадь тушения, м^2 ;
 $I_{\text{расч.}}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Количество и тип камер низкократной пены – 7 КНП-20 определены методом подбора с учетом следующих условий:

– расстояние между камерами по периметру резервуара должно быть не более 33 м;

– суммарный расход КНП обеспечивает тушение пожара с интенсивностью не менее расчетной;

– для оснащения резервуара принимаются КНП одного типа.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт}}$ л/с, определяется произведением расхода определенного типа КНП на их количество:

$$Q_{\text{факт.}} = Q_{\text{КНП}} \cdot N_{\text{КНП}} = 7 \cdot 20 = 140 \text{ л/с},$$

где $Q_{\text{КНП}}$ – расход КНП, л/с;
 $N_{\text{КНП}}$ – количество КНП.

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{факт.}}$ $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;

$$I_{\text{факт.}} = Q_{\text{факт.}} / S_{\text{туш.}} = 140 / 1633,13 = 0,0857 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

Для обеспечения соответствия фактических и требуемых условий тушения пожара должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{факт.}} \geq I_{\text{расч.}} \\ 0,0857 > 0,08.$$

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт.}} \cdot K \cdot t_{\text{туш.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100 = 140 \cdot 6 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100 = 7,56 \text{ м}^3,$$

где $Q_{\text{факт.}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя, $\text{м}^3/\text{с}$;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;
 $t_{\text{туш.}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО (сух.уч.)}} = \sum (\Pi \cdot D_{\text{сух.уч.}}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}}) \cdot K / 100 = \\ = ((3,1416 \cdot 0,15^2 / 4 \cdot 300) + (3,1416 \cdot 0,15^2 / 4 \cdot 147) + (3,1416 \cdot 0,1^2 / 4 \cdot 66)) \cdot \\ \cdot 6 / 100 = 0,51 \text{ м}^3,$$

где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр i -го сухотрубного участка, м;
 $L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность i -го сухотрубного участка, м;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

В расчете учитываются сухотрубные участки линейных вводов СПС, кольцевого растворопровода, вертикальных растворопроводов, соединяющих кольцевой растворопровод с КНП.

200% резерв пенообразователя $V_{\text{ПО рез.}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}} = 2 \cdot 7,56 = 15,12 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПС $V_{\text{ПО СПС}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО СПС}} = V_{\text{ПО}} + V_{\text{ПО (сух.уч.)}} + V_{\text{ПО рез.}} = 7,56 + 0,51 + 15,12 = 23,19 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 ;

$V_{\text{ПО(сух.уч.)}}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м^3 ;

$V_{\text{ПО рез.}}$ – 200% резерв пенообразователя, м^3 .

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПС, $V_{\text{ПО факт.}}$, м^3 , определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя. В данном примере принимаем 3 бака-дозатора типа БДП-10000 объемом по 10 м^3 :

$$V_{\text{ПО факт.}} \geq V_{\text{ПО СПС}}, \\ 30 \geq 23,19.$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения СПС, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды $V_{\text{зап.воды}}$, м^3 :

$$V_{\text{зап.воды}} = V_{\text{ПО СПС}} \left(\frac{100 - K}{K} + 1 \right) = 23,19 \cdot \left(\frac{100 - 6}{6} + 1 \right) = 386,5 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО СПС}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПС, м^3 ;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в СПС или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}} = 3 \cdot 7,56 = 22,68 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

Основные технические характеристики СПС резервуаров типа РВС, ЖБР и ЖБРП для хранения высоковязкой нефти и мазута, рассчитанные по данной методике, представлены в таблицах 10, 11 и 12 соответственно.

Таблица 10

Основные технические характеристики СПС резервуаров типа РВС для хранения высоковязкой нефти с $T_{всп.} \leq 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара				
	РВС-3000	РВС-500	РВС-10000	РВС-20000	РВС-30000
Размеры резервуара: диаметр, м; высота, м	18,9 11,92	22,8 11,94	35,5 13,93	45,6 13,93	45,6 17,91
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	22,44	32,66	79,18	130,65	130,65
Количество и тип КНП	3 шт. КНП-10	4 шт. КНП-10	4 шт. КНП-20	7 шт. КНП-20	7 шт. КНП-20
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, не менее, л/с	30	40	80	140	140
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/(м ² ·с)	0,106	0,098	0,08	0,085	0,085
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2

Таблица 11

Основные технические характеристики СПС резервуаров типа ЖБР
для хранения высоковязкой нефти с $T_{всп.} \leq 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара		
	ЖБР-10000	ЖБРП-10000	ЖБР-30000
Размеры резервуара: диаметр, м высота, м	42 7,65	длина – 55 м ширина – 40 м высота – 6 м	66 8,96
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя	0,08	0,08	0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	110,84	176	273,7
Количество и тип КНП	6 шт. КНП-20Г	14 шт. КНП-15Г	14 шт. КНП-20Г
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, не менее, л/с	120	210	280
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/(м ² ·с)	0,086	0,095	0,081
Количество линейных вводов, шт.	2	3	4

Таблица 12

Основные технические характеристики СПС резервуаров типа РВС
для хранения мазута с $T_{всп.} > 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара				
	РВС-3000	РВС-5000	РВС-10000	РВС-20000	РВС-30000
Размеры резервуара: диаметр, м; высота, м	18,9 11,92	22,8 11,94	35,5 13,93	45,6 13,93	45,6 17,91
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	16,83	24,5	59,39	97,99	97,99
Количество и тип КНП	2 шт. КНП-10	3 шт. КНП-10	4 шт. КНП-15	5 шт. КНП-20	5 шт. КНП-20
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, не менее, л/с	20	30	60	100	100
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/(м ² ·с)	0,071	0,073	0,06	0,061	0,061
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2

2.4 Система комбинированного тушения пожаров

Система комбинированного тушения пожаров способом подачи пены в слой нефти или нефтепродукта и на его поверхность (далее по тексту – СКП) представляет собой совокупность СПТ и СПС.

В ПСД должны быть указаны следующие технические характеристики СКП:

- технические характеристики СПТ и СПС;
- сумма фактических расходов раствора пенообразователя СПТ и СПС;
- фактическая интенсивность подачи раствора пеннообразователя;
- суммарное значение расчетного количества пенообразователя для СПТ и СПС с учетом заполнения сухотрубных участков;
- нормативный запас пенообразователя;
- резерв пенообразователя;
- суммарный запас воды необходимый для применения СПТ и СПС.

При проектировании СКП на каждый линейный ввод СПТ и СПС должна быть предусмотрена отдельная запорная арматура с электроприводом.

Растворопроводы СПТ и СПС в пределах обвалования должны прокладываться параллельно друг другу.

2.4.1 Методика расчета систем комбинированного тушения пожаров

Исходные данные:

- тип резервуара (РВСП или РВСПК);
- диаметр резервуара D , м;
- расчетная площадь тушения равная площади уплотняющего затвора понтона для РВСП или площади кольцевого пространства между стенкой резервуара и барьером для удержания пены для РВСПК при расчете СПС, $S_{\text{туш.спс}}$, м^2 , (1-й этап);
- расчетная площадь тушения, равная площади резервуара в плане ($S_{\text{туш.скп}}$), м^2 , при расчете СКП (2-й этап);
- хранимый нефтепродукт, $T_{\text{всп}}$ – температура вспышки;
- концентрация рабочего раствора пенообразователя – K , % ($K = 1\%$, $K = 3\%$, $K = 6\%$);
- расчетное время тушения $t_{\text{туш.}}$, мин., $t_{\text{туш.}} = 15$ мин.;
- внутренний диаметр сухотрубных участков $D_{\text{сух.уч.}}$, м;
- протяженность сухотрубных участков $L_{\text{сух.уч.}}$, м.

2.4.1.1 Система тушения подачей низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность горючего (СПС)

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя для СПС $I_{тр.}$, л/(м²·с) – принимается по таблице 2.

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{расч.спс}$, л/с:

$$Q_{расч.спс} = S_{туш.спс} \cdot I_{расч.спс},$$

где $S_{туш.}$ – расчетная площадь тушения, м²;

$I_{расч.спс}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя для СПС, л/(м²·с).

Количество камер низкократной пены определяется методом подбора с учетом следующих условий:

– расстояние между камерами по периметру резервуара должно быть не более 33 м;

– суммарный расход КНП обеспечивает тушение пожара с интенсивностью не менее расчетной;

– для оснащения резервуара принимаются КНП одного типа.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{факт.спс}$, л/с, определяется произведением расхода определенного типа КНП на их количество:

$$Q_{факт.спс} = Q_{КНП} \cdot N_{КНП},$$

где $Q_{КНП}$ – расход КНП, л/с;

$N_{КНП}$ – количество КНП.

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, обеспечиваемая в зоне уплотняющего затвора понтона для РВСП или в зоне кольцевого пространства между стенкой резервуара и барьером для удержания пены для РВСПК $I_{факт.спс}$, л/(м²·с):

$$I_{факт.спс} = Q_{факт.спс} / S_{туш.спс}.$$

Для обеспечения соответствия фактических и требуемых условий тушения пожара СПС должно выполняться следующее условие:

$$I_{факт.спс} \geq I_{расч.спс}.$$

2.4.1.2 Система подслоного тушения пожаров (СПТ)

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{расч.спт}$, л/с:

$$Q_{расч.спт} = Q_{расч.скп} - Q_{факт.спс},$$

где $Q_{расч.скп}$ – расчетный расход рабочего раствора пенообразователя СКП, л/с;

$Q_{\text{факт.спс}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя СПС, л/с.

Характеристики внутренней разводки, количество «Г»-образных пенных насадков, разрывных мембран, линейных вводов СПТ, высоконапорных генераторов (ВПГ) должны приниматься согласно типовым проектным решениям.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт. спт}}$, л/с, определяется как сумма произведений расходов ВПГ определенного типа на их количество:

$$Q_{\text{факт.спт}} = \sum (Q_{\text{ВПГ.i}} \cdot N_{\text{ВПГ.i}}),$$

где $Q_{\text{ВПГ.i}}$ – расход ВПГ одного типа, л/с;

$N_{\text{ВПГ.i}}$ – суммарное количество ВПГ одного типа, л/с.

2.4.1.3 Система комбинированного тушения пожаров (СКП)

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя – $I_{\text{тр.скп}}$, л/(м² · с).

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч.скп}}$, л/с:

$$Q_{\text{расч.скп}} = S_{\text{туш.скп}} \cdot I_{\text{расч.скп}},$$

где $S_{\text{туш.скп}}$ – расчетная площадь тушения, равная площади горизонтального сечения резервуара, м²;

$I_{\text{расч.скп}}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/(м² · с).

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт. скп}}$, л/с:

$$Q_{\text{факт. скп}} = Q_{\text{факт.спс}} + Q_{\text{факт.спт}},$$

где $Q_{\text{факт.спс}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя СПС, л/с;

$Q_{\text{факт.спт}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя СПТ, л/с.

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя СКП $I_{\text{факт. скп}}$, л/(м² · с):

$$I_{\text{факт.спт}} = Q_{\text{факт.скп}} / S_{\text{туш.}}$$

Для обеспечения требуемых условий тушения пожара должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{факт. скп}} \geq I_{\text{расч. скп}}.$$

2.4.2 Расчет огнетушащих веществ (пенообразователь и вода)

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м³:

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт.скп}} \cdot K \cdot t_{\text{туш.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100,$$

- где $Q_{\text{факт.скп}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя для СКП, л/с;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;
 $t_{\text{туш.}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков СПС и СПТ $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО (сух.уч.)}} = \sum (\Pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}) \cdot K / 100,$$

- где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр i -го сухотрубного участка, м;
 $L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность i -го сухотрубного участка, м;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

В расчете необходимо учитывать:

– для СПС – сухотрубные участки линейных вводов СПС, кольцевого растворопровода на резервуаре и вертикальных растворопроводов, соединяющих кольцевой растворопровод с КНП;

– для СПТ – сухотрубные участки растворопроводов, наружных пенопроводов и внутренней разводки СПТ.

200% резерв пенообразователя $V_{\text{ПО рез.}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}},$$

- где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СКП $V_{\text{ПО СКП}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО СКП}} = V_{\text{ПО}} + V_{\text{ПО (сух.уч.)}} + V_{\text{ПО рез.}}$$

- где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 ;
 $V_{\text{ПО(сух.уч.)}}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м^3 ;
 $V_{\text{ПО рез.}}$ – 200% резерв пенообразователя, м^3 .

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СКП, $V_{\text{ПО факт.}}$, м^3 , определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя, при этом должно выполняться условие:

$$V_{\text{ПО факт.}} \geq V_{\text{ПО СКП.}}$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения СКП, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды $V_{\text{зап.воды}}$, м^3 :

$$V_{\text{зап.воды}} = V_{\text{ПО СКП.}} \cdot ((100 - K) / K + 1),$$

где $V_{\text{ПО СПС}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СКП, м^3 ;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в СКП или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}},$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

2.4.3 Пример расчета системы комбинированного тушения пожаров

Исходные данные:

- тип резервуара – РВСП – 30000;
- диаметр резервуара D , м , $D = 45,6$ м ;
- расчетная площадь тушения, равная площади площади уплотняющего затвора понтона при расчете СПС, $S_{\text{туш.спс}}$, м^2 , $S_{\text{туш.спс}} = 338,51$ м^2 (1-й этап);
- расчетная площадь тушения, равная площади резервуара в плане для расчета СКП $S_{\text{туш.скп}}$, м^2 , $S_{\text{туш.скп}} = 1633,13$ м^2 (2-й этап);
- хранимый нефтепродукт – нефть, $T_{\text{всп.}} < 28^\circ\text{C}$;
- концентрация рабочего раствора пенообразователя K , % - 6;
- расчетное время тушения, $t_{\text{туш.}} = 15$ мин.;
- внутренний диаметр сухотрубных участков СПС: линейные вводы СПС $D_{\text{сух.уч.}} = 0,1$ м ; кольцевой растворопровод $D_{\text{сух.уч.}} = 0,1$ м ; вертикальные растворопроводы $D_{\text{сух.уч.}} = 0,08$ м);
- протяженность сухотрубных участков СПС: линейные вводы СПС $L_{\text{тр}}$, м , $L_{\text{тр}} = 400$ м ; кольцевого растворопровода $L_{\text{тр}} = 192$ м , вертикальных растворопроводов $L_{\text{тр}} = 90$ м ;
- внутренний диаметр сухотрубных участков СПТ, $D_{\text{сух.уч.}}$, м , $D_{\text{сух.уч.}} = 0,2$ м ;
- протяженность сухотрубных участков: линейные вводы СПТ $L_{\text{тр}} = 400$ м ; пенопроводов внутренней разводки $L_{\text{тр}} = 110$ м .

2.4.3.1 Система тушения подачи низкократной пленкообразующей пены сверху на поверхность горячего (СПС)

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя для СПС $I_{\text{тр.}} = 0,08$ $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч.спс}}$, л/с:

$$Q_{\text{расч.спс}} = S_{\text{туш.спс}} \cdot I_{\text{расч.спс}} = 338,51 \cdot 0,08 = 27,08 \text{ л/с},$$

где $S_{\text{туш.}}$ – расчетная площадь тушения, м^2

$I_{\text{расч.спс}}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя для СПС, $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Принимаем 6 КНП-5 с учетом следующих условий:

– расстояние между камерами по периметру резервуара должно быть не более 33 м;

– суммарный расход КНП обеспечивает тушение пожара с интенсивностью не менее расчетной;

– для оснащения резервуара принимаются КНП одного типа.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт. спс}}$, л/с, определяется произведением расхода определенного типа КНП на их количество:

$$Q_{\text{факт.спс}} = Q_{\text{КНП}} \cdot N_{\text{КНП}} = 5 \cdot 6 = 30 \text{ л/с},$$

где $Q_{\text{КНП}}$ – расход КНП, л/с;

$N_{\text{КНП}}$ – количество КНП.

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, обеспечиваемая в зоне уплотняющего затвора понтона $I_{\text{факт.спс}}$, $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$:

$$I_{\text{факт.спс}} = Q_{\text{факт.спс}} / S_{\text{туш.спс}} = 30 / 338,51 = 0,089 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с}).$$

Для обеспечения требуемых условий тушения пожара СПС должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{факт.спс}} \geq I_{\text{расч.спс}}, \\ 0,089 \geq 0,08.$$

2.4.3.2 Система подслоного тушения пожаров (СПТ)

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч.спт}}$, л/с,

$$Q_{\text{расч.спт}} = Q_{\text{расч.скп}} - Q_{\text{факт.спс}} = 163,3 - 30 = 133,3 \text{ л/с},$$

где $Q_{\text{расч.скп}}$ – расчетный расход рабочего раствора пенообразователя СКП, л/с;

$Q_{\text{факт.спс}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя СПС, л/с.

Согласно типовым проектным решениям:

– количество «Т»-образных пенных насадков – 12 шт.;

– количество линейных вводов СПТ – 3 шт.;

– количество разрывных мембран – 3 шт.;

– количество высоконапорных генераторов (ВПГ): ВПГ-20 – 3 шт., ВПГ-30 – 3 шт.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт. СПТ}}$, л/с, определяется как сумма произведений расходов ВПГ определенного типа на их количество:

$$Q_{\text{факт. СПТ}} = \sum (Q_{\text{ВПГ. } i} \cdot N_{\text{ВПГ. } i}) = 3 \cdot 20 + 3 \cdot 30 = 150 \text{ л/с,}$$

где $Q_{\text{ВПГ. } i}$ – расход ВПГ одного типа, л/с;
 $N_{\text{ВПГ. } i}$ – суммарное количество ВПГ одного типа.

2.4.3.3 Система комбинированного тушения пожаров (СКП)

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{тр. СКП}}$, л/(м²·с), $I_{\text{тр. СКП}} = 0,1$.

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч. СКП}}$, л/с:

$$Q_{\text{расч. СКП}} = S_{\text{туш. СКП}} \cdot I_{\text{расч. СКП}} = 1633,13 \cdot 0,1 = 163,3 \text{ л/с,}$$

где $S_{\text{туш. СКП}}$ – расчетная площадь тушения, равная площади горизонтального сечения резервуара, м²;
 $I_{\text{расч. СКП}}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/(м²·с).

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт. СКП}}$, л/с:

$$Q_{\text{факт. СКП}} = Q_{\text{факт. СПС}} + Q_{\text{факт. СПТ}} = 30 + 150 = 180 \text{ л/с,}$$

где $Q_{\text{факт. СПС}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя СПС, л/с;
 $Q_{\text{факт. СПТ}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя СПТ, л/с.

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя СКП $I_{\text{факт. СКП}}$, л/(м²·с):

$$I_{\text{факт. СПТ}} = Q_{\text{факт. СКП}} / S_{\text{туш.}} = 180 / 1633,13 = 0,11 \text{ л/(м}^2 \cdot \text{с).}$$

Для обеспечения требуемых условий тушения пожара должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{факт. СКП}} \geq I_{\text{расч. СКП}}, \\ 0,11 \geq 0,1.$$

2.4.3.4 Расчет огнетушащих веществ (пенообразователя и воды)

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м³:

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт. СКП}} \cdot K \cdot t_{\text{туш.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100 = 180 \cdot 6 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100 = 9,72 \text{ м}^3,$$

где $Q_{\text{факт. СКП}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя для СКП, л/с;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;

$t_{туш}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков СПС и СПТ $V_{ПО(сух.уч.)}$, M^3 :

$$V_{ПО(сух.уч.)} = \sum (\pi \cdot D_{сух.уч.i}^2 / 4 \cdot L_{сух.уч.i}) \cdot K / 100 = ((3,1416 \cdot 0,1^2 / 4 \cdot 400) + (3,1416 \cdot 0,1^2 / 4 \cdot 192) + (3,1416 \cdot 0,08^2 / 4 \cdot 90) + (3,1416 \cdot 0,2^2 / 4 \cdot 400) + (3,1416 \cdot 0,2^2 / 4 \cdot 110)) \cdot 6 / 100 = 1,27 \text{ м}^3,$$

где $D_{сух.уч.i}$ – внутренний диаметр i -го сухотрубного участка, м;
 $L_{сух.уч.i}$ – протяженность i -го сухотрубного участка, м;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

В расчете учитываются (см. исходные данные):

– для СПС – сухотрубные участки линейных вводов СПС, кольцевого растворопровода на резервуаре и вертикальных растворопроводов, соединяющих кольцевой растворопровод с КНП;

– для СПТ – сухотрубные участки растворопроводов, наружных пенопроводов и внутренней разводки СПТ.

200% резерв пенообразователя $V_{ПО рез.}$, M^3 :

$$V_{ПО рез.} = 2 \cdot V_{ПО} = 2 \cdot 9,72 = 19,44 \text{ м}^3,$$

где $V_{ПО}$ – расчетное количество пенообразователя, M^3 .

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СКП $V_{ПО СКП}$, M^3 :

$$V_{ПО СКП} = V_{ПО} + V_{ПО(сух.уч.)} + V_{ПО рез.} = 9,72 + 1,27 + 19,44 = 30,43 \text{ м}^3,$$

где $V_{ПО}$ – расчетное количество пенообразователя, M^3 ;
 $V_{ПО(сух.уч.)}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, M^3 ;
 $V_{ПО рез.}$ – 200% резерв пенообразователя, M^3 .

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СКП, $V_{ПО факт.}$, M^3 , определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя.

В данном примере принимаем 4 бака-дозатора типа БДП-10000 объемом по 10 м^3

$$V_{ПО факт.} \geq V_{ПО СКП}, \\ 40 \geq 30,43$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения СКП, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды $V_{зап.воды}$, M^3 :

$$V_{зап.воды} = V_{ПО СКП} \cdot ((100 - K) / K + 1) = 30,43 \cdot ((100 - 6) / 6 + 1) = 507,2 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО СКП}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СКП, м³

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в СКП или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}$, м³:

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}} = 3 \cdot 9,72 = 29,16 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³.

Основные технические характеристики СКП вновь строящихся и действующих (реконструируемых) резервуаров типа РВСП и РВСПК для хранения нефти, рассчитанные по данной методике, представлены в таблицах 13-14 соответственно.

2.5 Система водяного охлаждения

Система водяного охлаждения – комплекс устройств, оборудования и трубопроводов, предназначенных для подачи воды на охлаждение всей поверхности стенки горящего резервуара и половины (четверти) стенки (считая по периметру) соседнего резервуара в зависимости от расположения резервуаров в группе. При этом подача воды при пожаре на охлаждение всей поверхности стенки горящего резервуара должна предусматриваться в автоматическом режиме, а открытие задвижек для подачи воды на охлаждение любой половины (четверти) стенки соседнего резервуара должно производиться вручную персоналом объекта.

Состав основных элементов автоматической системы водяного охлаждения:

- перфорированное горизонтальное секционное кольцо орошения (далее по тексту – кольцо орошения);
- дренажные устройства;
- питающие трубопроводы;
- фильтрующие устройства;
- запорная арматура с электроприводом;
- центробежные насосные агрегаты;
- противопожарный водопровод;
- емкости для хранения противопожарного запаса воды;
- пожарные извещатели (для автоматических систем), контрольно-измерительные приборы, приборы управления (система автоматизации).

Таблица 13

Основные технические характеристики СКП вновь строящихся резервуаров
типа РВСП для хранения нефти с $T_{всп.} < 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара				
	РВСП-3000	РВСП-5000	РВСП-10000	РВСП-20000	РВСП-30000
Размеры резервуара: диаметр, м; высота, м	18,9 11,92	22,8 11,94	35,5 13,93	45,6 13,93	45,6 17,91
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/м ² ·с; - в зону уплотняющего затвора	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/с; - в зону уплотняющего затвора, л/с	28,06 10,31	40,81 12,76	98,98 20,73	163,31 27,08	163,31 27,08
Система подачи пены сверху					
Количество и тип КНП	3 шт. КНП-5	3 шт. КНП-5	5 шт. КНП-5	6 шт. КНП-5	6 шт. КНП-5
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через КНП, не менее, л/с	15	15	25	30	30
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/м ² ·с	0,116	0,094	0,096	0,088	0,088
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2
Система подачи пены в слой					
Количество и тип ВПГ	2 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-20	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через ВПГ, не менее, л/с	20	40	80	150	150
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	3	3
Количество пенных насадков, шт.	4	5	8	12	12
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	35	55	105	180	180
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя на всю площадь, л/м ² ·с	0,12	0,134	0,106	0,110	0,110

Таблица 14

Основные технические характеристики СКП вновь строящихся резервуаров
типа РВСПК для хранения нефти с $T_{всп.} < 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара			
	РВСПК-20000	РВСПК-30000	РВСПК-50000	РВСПК-100000
1	2	3	4	5
Размеры резервуара: диаметр, м; высота, м	45,6 13,93	45,6 17,91	60,7 17,91	86,2 17,91
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/м ² ·с; - в зону уплотняющего затвора	0,1 0,08	0,1 0,08	0,08 0,08	0,1 0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/с - в зону уплотняющего затвора, л/с	163,31 27,08	163,31 27,08	231,53 36,57	583,59 52,59
Система подачи пены сверху				
Количество и тип КНП	6 шт. КНП-5	6 шт. КНП-5	9шт. КНП-5	12 шт. КНП-5
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через КНП, не менее, л/с	30	30	45	60
1	2	3	4	5
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/м ² ·с	0,088	0,088	0,098	0,091
Количество линейных вводов, шт.	2	2	3	2
Система подачи пены в слой				
Количество и тип ВПГ	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30	3 шт. ВПГ-40 3 шт. ВПГ-30	5 шт. ВПГ-30 10 шт. ВПГ-40
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через ВПГ, не менее, л/с	150	150	210	550
Количество линейных вводов, шт.	3	3	3	5
Количество пенных насадков, шт.	12	12	15	30
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	180	180	255	610
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя на всю площадь, л/м ² ·с	0,110	0,110	0,088	0,104

Таблица 15

Основные технические характеристики СКП действующих (реконструируемых) резервуаров типа РВСП для хранения нефти с $T_{всп.} < 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара					
	РВСП-5000	РВСП-5000	РВСП-5000	РВСП-5000	РВСП-5000	РВСП-5000
Размеры резервуара: - диаметр, м; - высота, м	21 15	21 15	22,8 11,9	22,8 11,9	24,5 11,9	24,5 11,9
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/м ² ·с; - в зону уплотняющего затвора	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/с; - в зону уплотняющего затвора, л/с	34,64 11,62	34,64 11,62	40,83 12,76	40,83 12,76	47,14 13,82	47,14 13,82
Система подачи пены сверху						
Количество и тип КНП	2 шт. КНП-10	3 шт. КНП-5	2 шт. КНП-10	3 шт. КНП-5	2 шт. КНП-10	3 шт. КНП-5
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через КНП, не менее, л/с	20	15	20	15	20	15
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/м ² ·с	0,138	0,103	0,126	0,094	0,116	0,087
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2	2
Система подачи пены в слой						
Количество и тип ВПГ	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10
Давление на входе ВПГ*, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через ВПГ, не менее, л/с	40	40	40	40	40	40
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2	2
Количество пенных насадков, шт.	5	5	5	5	6	6
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	60	55	60	55	60	55
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя на всю площадь, л/м ² ·с	0,173	0,159	0,147	0,135	0,127	0,117

Таблица 16

Основные технические характеристики СКП действующих (реконструируемых) резервуаров типа РВСП для хранения нефти с $T_{всп.} < 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара				
	РВСП-10000	РВСП-10000	РВСП-10000	РВСП-20000	РВСП-20000
Размеры резервуара: - диаметр, м; - высота, м	28,5 18	34,2 11,9	34,2 11,9	39,9 18	45,6 11,9
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/м ² ·с; - в зону уплотняющего затвора	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08	0,1 0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/с; - в зону уплотняющего затвора, л/с	63,79 16,34	91,86 19,92	91,86 19,92	125,04 23,5	163,31 27,08
Система подачи пены сверху					
Количество и тип КНП	4 шт. КНП-5	3 шт. КНП-10	4 шт. КНП-5	5 шт. КНП-5	5 шт. КНП-10
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через КНП, не менее, л/с	20	30	20	25	50
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/м ² ·с	0,098	0,121	0,080	0,085	0,148
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2
Система подачи пены в слой					
Количество и тип ВПГ	4 шт. ВПГ-20	3 шт. ВПГ-10 3 шт. ВПГ-20	3 шт. ВПГ-10 3 шт. ВПГ-20	6 шт. ВПГ-20	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через ВПГ, не менее, л/с	80	90	90	120	150
Количество линейных вводов, шт.	2	3	3	3	3
Количество пенных насадков, шт.	8	8	8	10	12
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	100	120	110	145	200
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя на всю площадь, л/м ² ·с	0,157	0,131	0,120	0,116	0,123

Таблица 17

Основные технические характеристики СКП действующих (реконструируемых) резервуаров типа РВСП для хранения нефти с $T_{всп.} < 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара	
	РВСП-20000	РВСП-30000
Размеры резервуара: - диаметр, м; - высота, м	47,4 11,9	47,4 18
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/м ² ·с - в зону уплотняющего затвора	0,1 0,08	0,1 0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя: - по площади горизонтального сечения, л/с - в зону уплотняющего затвора, л/с	176,46 28,21	176,46 28,21
Система подачи пены сверху		
Количество и тип КНП	5 шт. КНП-10	5 шт. КНП-10
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через КНП, не менее, л/с	50	50
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/м ² ·с	0,142	0,142
Количество линейных вводов, шт.	2	2
Система подачи пены в слой		
Количество и тип ВПГ	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через ВПГ, не менее, л/с	150	150
Количество линейных вводов, шт.	3	3
Количество пенных насадков, шт.	12	12
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	200	200
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя на всю площадь, л/м ² ·с	0,113	0,113

Таблица 18

Основные технические характеристики СКП действующих (реконструируемых) резервуаров типа РВСПК для хранения нефти с $T_{всп.} < 28^{\circ}C$

Наименование	Тип резервуара					
	РВСПК-5000	РВСПК-5000	РВСПК-5000	РВСПК-5000	РВСПК-5000	РВСПК-5000
1	2	3	4	5	6	7
Размеры резервуара:						
- диаметр, м;	21	21	22,8	22,8	24,5	24,5
- высота, м	15	15	11,9	11,9	11,9	11,9
1	2	3	4	5	6	7
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя:						
- по площади горизонтального сечения, л/м ² ·с;	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
- в зону уплотняющего затвора	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя:						
- по площади горизонтального сечения, л/с	34,64	34,64	40,83	40,83	47,14	47,14
- в зону уплотняющего затвора, л/с	11,62	11,62	12,76	12,76	13,82	13,82
Система подачи пены сверху						
Количество и тип КНП	2 шт. КНП-10	3 шт. КНП-5	2 шт. КНП-10	3 шт. КНП-5	2 шт. КНП-10	3 шт. КНП-5
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через КНП, не менее, л/с	20	15	20	15	20	15
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/м ² ·с	0,138	0,103	0,126	0,094	0,116	0,087
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2	2
Система подачи пены в слой						
Количество и тип ВПГ	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10	4 шт. ВПГ-10
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через ВПГ, не менее, л/с	40	40	40	40	40	40
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2	2
Количество пенных насадков, шт.	5	5	5	5	6	6
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	60	55	60	55	60	55
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя на всю площадь, л/м ² ·с	0,173	0,159	0,147	0,135	0,127	0,117

Таблица 19

Основные технические характеристики СКП действующих (реконструируемых) резервуаров типа РВСПК для хранения нефти с $T_{всп.} < 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара				
	РВСПК-10000	РВСПК-10000	РВСПК-10000	РВСПК-20000	РВСПК-20000
1	2	3	4	5	6
Размеры резервуара:					
- диаметр, м;	28,5	34,2	34,2	39,9	45,6
- высота, м	18	11,9	11,9	18	11,9
1	2	3	4	5	6
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя:					
- по площади горизонтального сечения, $\text{л}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
- в зону уплотняющего затвора	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя:					
- по площади горизонтального сечения, л/с;	63,79	91,86	91,86	125,04	163,31
- в зону уплотняющего затвора, л/с	16,34	19,92	19,92	23,5	27,08
Система подачи пены сверху					
Количество и тип КНП	3 шт. КНП-5	3 шт. КНП-10	4 шт. КНП-5	5 шт. КНП-5	5 шт. КНП-10
Давление на входе КНП, МПа	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через КНП, не менее, л/с	16,5	30	20	25	50
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, $\text{л}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	0,081	0,121	0,080	0,085	0,148
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	2
Система подачи пены в слой					
Количество и тип ВПГ	4 шт. ВПГ-20	4 шт. ВПГ-20	4 шт. ВПГ-20	6 шт. ВПГ-20	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через ВПГ, не менее, л/с	80	80	80	120	150
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	2	3
Количество пенных насадков, шт.	8	8	8	10	12
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	96,5	110	100	145	200
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя на всю площадь, $\text{л}/\text{м}^2 \cdot \text{с}$	0,151	0,120	0,109	0,116	0,123

Таблица 20

Основные технические характеристики СКП действующих (реконструируемых) резервуаров типа РВСПК для хранения нефти с $T_{всп.} < 28^{\circ}\text{C}$

Наименование	Тип резервуара			
	РВСПК-20000	РВСПК-30000	ЖБРПК-10000	ЖБРПК-30000
1	2	3	4	5
Диаметр резервуара, м	47,4	47,4	42	66
1	2	3	4	5
Высота резервуара, м	11,9	18	7,8	9,3
Нормативная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя:				
- по площади горизонтального сечения, л/м ² ·с;	0,1	0,1	0,1	0,1
- в зону уплотняющего затвора	0,08	0,08	0,08	0,08
Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя:				
- по площади горизонтального сечения, л/с;	176,46	176,46	138,54	342,12
- в зону уплотняющего затвора, л/с	28,21	28,21	24,82	39,9
Система подачи пены сверху				
Количество и тип КНП	5 шт. КНП-10	5 шт. КНП-10	4 шт. КНП-10	5 шт. КНП-10
Давление на входе КНП, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через КНП, не менее, л/с	50	50	40	50
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/м ² ·с	0,142	0,142	0,129	0,100
Количество линейных вводов, шт.	2	2	2	4
Система подачи пены в слой				
Количество и тип ВПГ	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30	3 шт. ВПГ-20 3 шт. ВПГ-30	2 шт. ВПГ-20 4 шт. ВПГ-30	4 шт. ВПГ-20 8 шт. ВПГ-30
Давление на входе ВПГ, МПа	0,8	0,8	0,8	0,8
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя через ВПГ, не менее, л/с	150	150	160	320
Количество линейных вводов, шт.	3	3	2	4
Количество пенных насадков, шт.	12	12	12	20
Фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с	200	200	200	370
Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя на всю площадь, л/м ² ·с	0,113	0,113	0,144	0,108

В ПСД должны быть указаны следующие технические характеристики системы водяного охлаждения:

- расчетная интенсивность охлаждения;
- количество секций горизонтального кольца орошения;
- количество и параметры отверстий;
- расход воды;
- свободный напор на уровне горизонтального кольца орошения;
- способы обеспечения требуемой интенсивности охлаждения при запуске системы охлаждения в случае пожара на защищаемом резервуаре и в случае пожара на соседнем резервуаре;
- запас воды.

Трубопроводы систем водяного охлаждения должны предусматриваться стальными, на участках надземной прокладки в каре резервуара – с защитным покрытием от атмосферных осадков. Трубопроводы системы водяного охлаждения на участке от электроприводной задвижки до отмотки резервуара должны прокладываться подземно.

Прокладка питающих водопроводов в каре резервуара должна осуществляться параллельно линейным вводам СПТ и (или) СПС.

В каре резервуаров на каждом горизонтальном участке трубопроводов линейных вводов, проложенных надземно, перед стенкой резервуара на расстоянии не менее 1 м должно устанавливаться фильтрующее устройство с диаметром ячейки 4 мм.

Свободный напор на уровне кольца орошения при охлаждении резервуаров следует принимать не менее 10 м.

Кольцо водяного орошения резервуара выполняется из перфорированного трубопровода и должно располагаться на высоте не более 0,5 м от верхней кромки стенки вертикального стального резервуара.

Расстояние от кольца орошения до защищаемой поверхности должно быть в пределах 0,2 м, а при обходе растворопроводов системы подачи пены сверху и другого оборудования – не более 0,55 м.

Кольца водяного орошения должны размещаться над кольцами жесткости. Для пропуска воды в кольцах жесткости должны предусматриваться отверстия для стока воды.

Отверстия в кольце орошения необходимо располагать равномерно по периметру таким образом, чтобы струя воды была направлена на стенку резервуара под углом 30° (перпендикулярно стенке резервуара).

Для резервуаров с купольной крышей отверстия в кольце орошения должны располагаться таким образом, чтобы струи воды были направлены как на стенку

резервуара под углом 30° (перпендикулярно стенке резервуара), так и в сторону продуха между стенкой резервуара и купольной крышей под углом 30° .

Места установки перемычек (заглушек) на кольце орошения, предназначенных для разделения его на секции, определяются в зависимости от расположения резервуаров в группе.

Перед перемычками (заглушками) необходимо предусматривать промывочные краны с диаметром условного прохода 50 мм, оборудованные головками муфтовыми типа ГМ-50 и головками заглушками типа ГЗ-50.

Каждая секция кольца орошения должна иметь уклон не менее 0,001 в сторону питающего трубопровода, а питающий трубопровод на участке от электроприводной задвижки до стенки резервуара – не менее 0,001 в сторону дренажных колодцев.

Каждый отвод на секции кольца орошения, из которого невозможен дренаж воды самотеком в колодцы, оборудуется сливными отверстиями (не менее 3 шт. на отвод, диаметр каждого отверстия должен быть не менее диаметра отверстия на кольце орошения), располагающиеся на нижней образующей трубы. Каждая секция кольца орошения оборудуется отдельным питающим трубопроводом.

Электроприводные задвижки на линиях подачи воды к защищаемому резервуару необходимо размещать в специальных помещениях совместно с электроприводными задвижками систем пенного тушения пожаров данного резервуара. На питающих трубопроводах (сухотрубках) системы водяного охлаждения резервуара после электроприводной задвижки (в помещении для электроприводных задвижек) должны предусматриваться:

- отвод диаметром условного прохода 50 мм, оборудованный головкой муфтовой ГМ-50 и головкой заглушкой ГЗ-50 для промывки сухотрубных участков трубопроводов;

- штуцер с заглушкой для подсоединения показывающего манометра. Расположение данного штуцера должно обеспечивать возможность контроля давления в период испытаний системы водяного охлаждения.

В проектной документации должно указываться расчетное давление в месте установки данного штуцера при работе системы на охлаждение горящего резервуара и при работе системы на охлаждение соседнего резервуара.

2.5.1 Расчет системы водяного охлаждения резервуаров

Нормативная интенсивность орошения на один метр длины – I , л/(с·м).

Нормативная интенсивность подачи воды на один метр расчетной длины принимается по таблице 2 настоящего пособия в зависимости от высоты стенки резервуаров.

Длина окружности резервуара L , м:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot d/2,$$

где d – диаметр резервуара, м.

Расчетный расход воды для системы водяного охлаждения резервуаров Q , л/с:

$$Q = I \cdot L,$$

где I – нормативная интенсивность подачи воды на один метр расчетной длины, л/с;

L – длина окружности резервуара, м.

Расчетный расход воды для одной секции для системы водяного охлаждения резервуаров $Q_{\text{секц.}}$, л/с:

$$Q_{\text{секц.}} = Q/n,$$

где Q – расчетный расход воды для системы водяного охлаждения резервуаров, л/с;

n – количество секций, шт. Принимается равным 2 или 4 в зависимости от расположения резервуаров в группе

Площадь сечения отверстия ω , м²:

$$\omega = \pi \cdot d_{\text{отв.}}^2/4,$$

где $d_{\text{отв.}}$ – диаметр отверстия (перфорации), м. Принимается равным 4 или 6 мм в зависимости от требуемой интенсивности охлаждения.

Расчетный расход воды через одно отверстие Q_0 , л/с:

$$Q_0 = 1000 \cdot \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

где μ – коэффициент расхода, принимается равным 0,62;

ω – площадь сечения отверстия, м²;

g – ускорение свободного падения, принимается равным 9,81 м/с²;

H – напор на входе наиболее удаленного отверстия, м (принимается не менее 10 м).

Потери напора в секции кольца орошения h , м,

$$h = A \cdot L_{\text{секц.}} \cdot (Q_{\text{секц.}}^2 - Q_{\text{секц.}} \cdot Q_0 + Q_0^2/3),$$

где A – расчетное значение удельного сопротивления трубопровода (определяется по справочным пособиям для гидравлического расчета водопроводных труб);

- $L_{\text{секц}}$ – длина секции, м;
 $Q_{\text{секц.}}$ – расчетный расход воды для одной секции системы водяного охлаждения резервуара, л/с;
 Q_0 – расчетный расход воды через одно отверстие, л/с.

Напор который необходимо обеспечить на уровне перфорированного кольца орошения в месте присоединения питающего водопровода $H_{\text{в.охл.}}$, м,

$$H_{\text{в.охл.}} = h + H,$$

- где h – потери напора в секции кольца орошения, м;
 H – напор на входе наиболее удаленного отверстия, м.

2.5.2 Пример расчета системы водяного охлаждения резервуаров

Исходные данные:

- номинальный объем резервуара - РВС - 20000;
- диаметр резервуара – 39,9 м;
- высота стенки резервуара – 18 м;
- количество секций системы водяного охлаждения резервуара – 2 (принимается равным 2 или 4 в зависимости от расположения резервуаров в группе).

Нормативная интенсивность орошения на один метр длины $I=0,75$ л/(с·м).

Длина окружности резервуара L , м:

$$L = 2 \cdot \pi \cdot d / 2 = 2 \cdot 3,1416 \cdot 39,9 / 2 = 125,35 \text{ м},$$

- где d – диаметр резервуара, м.

Расчетный расход воды для системы водяного охлаждения резервуаров Q , л/с:

$$Q = I \cdot L = 0,75 \cdot 125,35 = 94,01 \text{ л/с},$$

- где I – нормативная интенсивность подачи воды на один метр расчетной длины, л/(с·м);

- L – длина окружности резервуара, м.

Расчетный расход воды для одной секции системы водяного охлаждения резервуаров $Q_{\text{секц.}}$, л/с:

$$Q_{\text{секц.}} = Q/n = 94,01/2 = 47 \text{ л/с},$$

- где Q – расчетный расход воды для системы водяного охлаждения резервуаров, л/с;

- n – количество секций, шт.

Площадь сечения отверстия ω , м²:

$$\omega = \pi \cdot d_{\text{отв.}}^2 / 4 = 3,1416 \cdot 0,006^2 / 4 = 0,00002827 \text{ м}^2,$$

- где $d_{\text{отв.}}$ – диаметр отверстия, (перфорации), м.

Расчетный расход воды через одно отверстие Q_0 , л/с:

$$Q_0 = 1000 \cdot \mu \cdot \omega \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 1000 \cdot 0,62 \cdot 0,00002827 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10} = 0,245 \text{ л/с,}$$

- где μ – коэффициент расхода, $\mu = 0,62$;
 ω – площадь сечения отверстия, м^2 ;
 g – ускорение свободного падения, м/с^2 , $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;
 H – давление на входе наиболее удаленного отверстия, м.
Принимается не менее 10 м

Количество отверстий в секции, равномерно распределенных по ее длине $N_{\text{отв}}$, шт.:

$$N_{\text{отв}} = Q_{\text{секц.}} / Q_0 = 47 / 0,245 = 192 \text{ шт.}$$

- где $Q_{\text{секц}}$ – расчетный расход воды для одной секции системы водяного охлаждения резервуаров, л / с;
 Q_0 – расчетный расход для одного отверстия, л / с;

При равномерном распределении количества отверстий расстояние между ними должно быть не более 200 мм, в противном случае необходимо выбрать меньший диаметр отверстия.

Потери напора h , м:

$$h = A \cdot L_{\text{секц.}} \cdot (Q_{\text{секц.}}^2 - Q_{\text{секц.}} \cdot Q_0 + Q_0^2/3) = 0,00003065 \cdot 62,67 \cdot (47^2 - 47 \cdot 0,245 + 0,245^2/3) = 4,22 \text{ м,}$$

- где A – расчетное значение удельного сопротивления для стальных и чугунных труб (определяется по справочному пособию и принимается для электросварных труб с диаметром уловного прохода 150 мм равным 0,00003065. Диаметр трубопровода выбирается таким образом, чтобы скорость движения жидкости при наибольшем расходе в секции составляла в пределах 2...5 м/с;
 $Q_{\text{секц}}$ – расчетный расход воды по секции для системы водяного охлаждения резервуаров, л/с;
 Q_0 – расчетный расход воды через одно отверстие, л/с;
 $L_{\text{секц}}$ – длина секции, м;

$$L_{\text{секц.}} = 125,35/2 = 62,67 \text{ м.}$$

Напор, который необходимо обеспечить на уровне перфорированного кольца орошения в месте присоединения питающего водопровода $H_{\text{в.охл.}}$, м:

$$H_{\text{в.охл.}} = h + H = 4,22 + 10 = 14,22 \text{ м,}$$

- где h – потери напора в секции кольца орошения, м;
 H – напор на входе наиболее удаленного отверстия, м.

Глава 3. Автоматические системы тушения пожаров высокократной пеной закрытых зданий и сооружений

3.1 Общие требования

По воздействию на защищаемые объекты автоматические системы тушения пожаров высокократной пеной (АСТВ) подразделяются на:

- системы объемного тушения пожаров;
- системы локального тушения пожаров по объему.

Системы локального тушения пожаров пеной высокой кратности применяются для тушения пожаров отдельных агрегатов или оборудования в тех случаях, когда применение систем тушения пожаров для защиты помещения в целом технически невозможно или экономически нецелесообразно.

В АСТВ следует использовать только специальные пенообразователи, предназначенные для получения пены высокой кратности или универсальные фторсинтетические пленкообразующие пенообразователи, предназначенные для получения пены низкой, средней и высокой кратности.

Перечень объектов, подлежащих оборудованию автоматическими системами тушения пожаров высокократной пеной, представлен в таблице 21.

Состав основных элементов и оборудования АСТВ:

- дымоустойчивые генераторы высокократной пены эжекционные (ДВПЭ);
- питающие и распределительные растворопроводы, расположенные в пределах защищаемого объекта;
- обратные клапаны;
- фильтрующие устройства;
- дренажные устройства;
- запорные устройства с электроприводом;
- емкости для хранения и дозирования фторсинтетического пленкообразующего пенообразователя (баки-дозаторы);
- центробежные насосные агрегаты;
- емкости для хранения противопожарного запаса воды;
- пожарные извещатели, контрольно-измерительные приборы, приборы управления (система автоматизации).

Таблица 21

Перечень объектов, подлежащих оборудованию АСТ высокократной пеной

Наименование объекта	Условия, определяющие необходимость оборудования объекта АСТВ
Магистральная, подпорная нефтеперекачивающие насосные станции, расположенные в здании (помещение)	Независимо от площади помещения
Блок (камеры) регуляторов давления, расположенные в здании (помещение)	При $S_{\text{ПОМ}} > 300 \text{ м}^2$
Здание (помещение) маслосистемы	При $S_{\text{ПОМ}} > 1000 \text{ м}^2$
Печи подогрева нефти	Независимо от площади помещения
Камеры, узлы управления задвижек, расположенные в помещении	Категории А и Б по взрывопожарной опасности при $S_{\text{ПОМ}} > 300 \text{ м}^2$
Станция налива нефти и нефтепродуктов в автоцистерны, расположенные в здании (помещение)	Независимо от площади помещения
Сливоналивная нефтеперекачивающая насосная станция, расположенная в здании (помещение)	Независимо от площади помещения
Здание (помещения) расходомеров	При $S_{\text{ПОМ}} > 300 \text{ м}^2$
Узел учета качества и количества нефти и нефтепродуктов, расположенный в здании (помещение)	При $S_{\text{ПОМ}} > 300 \text{ м}^2$
Насосная станция причального комплекса для перекачки нефти и нефтепродуктов на танкеры, расположенная в здании (помещение)	Независимо от площади помещения
Складские здания (помещения) для хранения нефтепродуктов в таре	Категории А и Б по взрывопожарной опасности при $S_{\text{ПОМ}} > 300 \text{ м}^2$
Прочие здания склада (разливочные, расфасовочные и др.)	Категории А и Б по взрывопожарной опасности при $S_{\text{ПОМ}} > 300 \text{ м}^2$

Основными исходными данными для проектирования АСТВ являются характеристики защищаемого помещения или локальной зоны:

- геометрические размеры (длина, ширина и высота ограждающих конструкций);
- расположение технологического оборудования, инженерных коммуникаций, проемов;
- защищаемый объем для заполнения высокократной пеной.

АСТВ (при объемном тушении) должны обеспечивать заполнение защищаемого объема пеной до высоты, превышающей самую высокую точку оборудования не менее чем на 1 м, в течение времени не более 10 мин.

Если АСТВ применяется в нескольких помещениях, в качестве расчетного принимается то помещение, для защиты которого требуется наибольшее количество рабочего раствора пенообразователя.

В ПСД должны быть указаны следующие технические характеристики АСТВ:

- количество и тип ДВПЭ;
- давление рабочего раствора пенообразователя на входе ДВПЭ;
- расход рабочего раствора пенообразователя;
- тип и концентрация пенообразователя;
- время работы АСТВ, включая инерционность;
- время заполнения защищаемого объема;
- расчетное количество раствора пенообразователя;
- количество раствора пенообразователя с учетом 200% резерва;
- нормативный запас пенообразователя;
- запас воды.

При применении АСПТ для локального пожаротушения по объему защищаемые агрегаты или оборудование ограждаются металлической сеткой размером ячейки не более 5 мм.

Высота ограждающей конструкции должна быть на 1 м больше высоты защищаемого агрегата или оборудования и находиться от него на расстоянии не менее 0,5 м.

Помещения, защищаемые автоматическими системами тушения пожаров высокократной пеной, должны быть оборудованы самозакрывающимися дверьми.

Система управления эвакуацией и оповещения о пожаре должна предусматриваться в соответствии требованиями НПБ 104-03.

3.2 Методика расчета систем тушения пожаров высокократной пеной

Исходные данные:

- геометрические размеры защищаемого помещения или локальной зоны (длина, ширина и высота ограждающих конструкций);
- расположение технологического оборудования, инженерных коммуникаций, проемов;
- объем сплошных (непроницаемых) строительных негорючих элементов (колонны, балки, фундаменты и т. д.).

3.2.1 Расчет автоматической системы тушения пожаров высокократной пеной

Защищаемый объем помещения или локальной зоны $V_{\text{защ.}}$, м³, определяется произведением площади пола на высоту заполнения помещения пеной за

исключением величины объема сплошных (непроницаемых) строительных негорюемых элементов (колонны, балки, фундаменты и т. д.):

$$V_{\text{защ.}} = (L \cdot B \cdot H) - V_{\text{констр.}}$$

- где
- L – длина пола защищаемого помещения или локальной зоны, м;
 - B – ширина пола защищаемого помещения или локальной зоны, м;
 - H – высота заполнения защищаемого помещения или локальной зоны, превышающая самую высокую точку оборудования не менее чем на 1 м, м;
 - $V_{\text{констр.}}$ – объем сплошных (непроницаемых) строительных негорюемых элементов (колонны, балки, фундаменты и т. д.).

Количество дымоустойчивых генераторов высокократной пены эжекционных (далее по тексту - генераторов пены) n, шт.:

$$n = a \cdot V_{\text{защ.}} \cdot 10^3 / (g \cdot t_{\text{расч.}} \cdot K_{\text{кр.}}),$$

- где
- a – коэффициент разрушения пены;
 - $V_{\text{защ.}}$ – защищаемый объем помещения или локальной зоны, м³;
 - g – производительность генератора пены по рабочему раствору пенообразователя, дм³/мин (л/мин);
 - $t_{\text{расч}}$ – расчетное время заполнения пеной, которое должно приниматься для систем объемного тушения пожаров – не более 10 мин, для систем локального тушения пожаров по объему – не более 3 мин., мин;
 - $K_{\text{кр}}$ – кратность пены, принимаемая в соответствии с техническими характеристиками генераторов пены.

Коэффициент разрушения пены a:

$$a = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

- где
- K_1 – коэффициент, учитывающий усадку пены, принимается равным 1,2 при высоте заполнения защищаемого помещения или локальной зоны до 4 м и 1,5 – при высоте заполнения защищаемого помещения или локальной зоны до 10 м, при высоте заполнения защищаемого помещения или локальной зоны свыше 10 м определяется экспериментально;
 - K_2 – коэффициент, учитывающий утечки пены, при отсутствии открытых проемов в фактическом защищаемом объеме принимается равным 1,2, при наличии открытых

проемов в фактическом защищаемом объеме определяется экспериментально;

- K_3 – коэффициент, учитывающий влияние дымовых газов на разрушение пены, для учета влияния продуктов горения углеводородных жидкостей значение коэффициента принимается равным 1,5, для других видов пожарной нагрузки определяется экспериментально.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт.}}$, $\text{дм}^3/\text{мин}$ (л/мин):

$$Q_{\text{факт.}} = N_{\text{двпэ}} \cdot Q_{\text{двпэ}}$$

- где $N_{\text{двпэ}}$ – количество генераторов пены;
 $Q_{\text{двпэ}}$ – расход по рабочему раствору пенообразователя, определяемый по техническим характеристикам генератора пены, $\text{дм}^3/\text{мин}$ (л/мин).

Фактическое время работы автоматической системы тушения высокократной пеной, $t_{\text{факт.}}$, мин:

$$t_{\text{факт.}} = t_{\text{расч.}} + t_{\text{сух.уч.}}$$

- где $t_{\text{расч.}}$ – расчетное время работы автоматической системы тушения высокократной пеной, мин;
 $t_{\text{сух.уч.}}$ – время, требуемое на заполнение сухотрубных участков, равное времени инерционности автоматической системы тушения высокократной пеной, мин.

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт.}} \cdot K \cdot t_{\text{расч.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100,$$

- где $Q_{\text{факт.}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;
 $t_{\text{расч.}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО (сух.уч.)}} = \sum (\pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}) \cdot K / 100,$$

- где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр сухотрубного участка, м;
 $L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность сухотрубного участка, м;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

В расчете необходимо учитывать сухотрубные участки питающих и распределительных растворопроводов, а также наружных растворопроводов.

200% резерв пенообразователя $V_{\text{ПО рез}}, \text{ м}^3$:

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}},$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов для АСТВ $V_{\text{ПО АСТВ}}, \text{ м}^3$:

$$V_{\text{ПО АСТВ}} = V_{\text{ПО}} + V_{\text{ПО (сух.уч.)}} + V_{\text{ПО рез.}},$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 ;

$V_{\text{ПО(сух.уч.)}}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м^3 ;

$V_{\text{ПО рез}}$ – 200% резерв пенообразователя, м^3 .

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов АСТВ, $V_{\text{ПО факт.}}, \text{ м}^3$, определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя, при этом должно выполняться условие:

$$V_{\text{ПО факт}} \geq V_{\text{ПО АСТВ}}.$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения АСТВ, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды $V_{\text{зап.воды}}, \text{ м}^3$:

$$V_{\text{зап.воды}} = V_{\text{ПО АСТВ}} \cdot ((100 - K)/K + 1),$$

где $V_{\text{ПО АСТВ}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов для АСТВ, м^3 ;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в АСТВ или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}, \text{ м}^3$:

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}},$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

3.2.2 Пример расчета автоматической системы тушения пожаров высокократной пеной

Исходные данные:

– защищаемый объект – магистральная насосная станция (машинный зал), категория производства А, класс зоны по ПУЭ – В1а, обращающееся вещество – нефть (углеводородная жидкость);

– геометрические размеры машинного зала: длина – 42 м, ширина – 12 м, высота – 9 м;

– расположение технологического оборудования, инженерных коммуникаций, проемов: равномерно по площади машинного зала установлено 4 нефтяных насосных агрегата, высота самой высокой точки технологического оборудования – 2,9 м, на продольных стенах предусмотрены 16 оконных проемов, из которых 8 с нижней отметкой от уровня пола 1,5 м; верхней – 6,5 м и 8 с нижней отметкой от уровня пола 4 м, верхней – 6,5 м, другие проемы в помещении отсутствуют;

– объем сплошных (непроницаемых) строительных негорючих элементов (колонны, балки, фундаменты и т. д.) – в примере не учитывается;

– тип применяемых генераторов пены высокой кратности – ДВПЭ-200 (кратность генерируемой пены – 400);

– внутренний диаметр сухотрубных участков, $D_{\text{сух. уч.}}$, м – кольцевого распределительного растворопровода – 0,1; питающих растворопроводов – 0,1;

– протяженность сухотрубных участков, $L_{\text{тр}}$, м – кольцевого распределительного растворопровода – 110, питающих растворопроводов – 200 (суммарная).

3.2.3 Расчет автоматической системы тушения пожаров высокократной пеной

Защищаемый объем помещения $V_{\text{защ.}}$, м^3 :

$$V_{\text{защ.}} = (L \cdot B \cdot H) - V_{\text{констр.}} = 42 \cdot 12 \cdot 3,9 - 0 = 1966 \text{ м}^3,$$

где L – длина пола защищаемого помещения или локальной зоны, м;
 B – ширина пола защищаемого помещения или локальной зоны, м;
 H – высота заполнения защищаемого помещения, превышающая самую высокую точку оборудования на один метр, м;
 $V_{\text{констр.}}$ – объем сплошных (непроницаемых) строительных негорючих элементов: колонны, балки, фундаменты и т. д. (в примере не учитывается).

При этом для 8-ми оконных проемов, расположенных в защищаемом объеме, т.е. до высоты 3,9 м от уровня пола, предусматриваются ограждения из металлической сетки с размером ячейки не более 5 мм.

Требуемое количество дымоустойчивых генераторов высокократной пены эжекционных (далее по тексту - генераторов пены) n , шт.:

$$n = a \cdot V_{\text{заш.}} \cdot 10^3 / (g \cdot t \cdot K_{\text{кр.}}) = 2,16 \cdot 1966 \cdot 10^3 / (200 \cdot 10 \cdot 400) = 6,$$

- где
- a – коэффициент разрушения пены;
 - $V_{\text{заш.}}$ – защищаемый объем помещения, м^3 ;
 - g – производительность генератора пены по рабочему раствору пенообразователя, $\text{дм}^3 / \text{мин}$ (л/мин);
 - $t_{\text{расч}}$ – расчетное время заполнения пеной равное 10 мин;
 - $K_{\text{кр.}}$ – кратность пены, принимаемая в соответствии с техническими характеристиками генераторов пены.

Коэффициент разрушения пены a :

$$a = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 2,16,$$

- где
- K_1 – коэффициент, учитывающий усадку пены, принимается равным 1,2 при высоте заполнения защищаемого помещения 3,9 м;
 - K_2 – коэффициент, учитывающий утечки пены, при отсутствии открытых проемов в фактическом защищаемом объеме принимается равным 1,2;
 - K_3 – коэффициент, учитывающий влияние дымовых газов на разрушение пены, принимается равным 1,5.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{факт.}}$, $\text{дм}^3 / \text{мин}$ (л/мин):

$$Q_{\text{факт.}} = N_{\text{двпэ}} \cdot Q_{\text{двпэ}} = 6 \cdot 200 = 1200 \text{ дм}^3 / \text{мин} \text{ (л/мин)},$$

- где
- $N_{\text{двпэ}}$ – количество генераторов пены;
 - $Q_{\text{двпэ}}$ – расход по рабочему раствору пенообразователя, определяемый по техническим характеристикам генератора пены, $\text{дм}^3 / \text{мин}$ (л/мин).

Фактическое время работы автоматической системы тушения высокократной пеной, $t_{\text{факт.}}$, мин:

$$t_{\text{факт.}} = t_{\text{расч.}} + t_{\text{сух.уч.}} = 10 + 3 = 13 \text{ мин},$$

- где
- $t_{\text{расч}}$ – расчетное время работы автоматической системы тушения высокократной пеной, мин;
 - $t_{\text{сух.уч.}}$ – время, требуемое на заполнение сухотрубных участков, равное времени инерционности автоматической системы тушения высокократной пеной, мин., $t_{\text{сух.уч.}} = 3 \text{ мин.}$

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт.}} \cdot K \cdot t_{\text{расч.}} \cdot 10^{-3} / 100 = 1200 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 10^{-3} / 100 = 0,72 \text{ м}^3,$$

- где $Q_{\text{факт}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя, $\text{дм}^3/\text{мин}$ (л/мин);
- K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;
- $t_{\text{расч}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО (сух.уч.)}} = \sum (\pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}) \cdot K / 100 = ((3,1416 \cdot 0,1^2 \cdot 110 / 4) + (3,1416 \cdot 0,1^2 \cdot 200 / 4)) \cdot 6 / 100 = 0,14 \text{ м}^3,$$

- где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр сухотрубного участка, м;
- $L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность сухотрубного участка, м;
- K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

В расчете учитываются сухотрубные участки питающих и распределительных растворопроводов, а также наружных растворопроводов.

200% резерв пенообразователя $V_{\text{ПО рез.}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}} = 2 \cdot 0,72 = 1,44 \text{ м}^3,$$

- где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов для АСТВ $V_{\text{ПО АСТВ}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО АСТВ}} = V_{\text{ПО}} + V_{\text{ПО (сух.уч.)}} + V_{\text{ПО рез.}} = 0,72 + 0,14 + 1,44 = 2,3 \text{ м}^3,$$

- где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 ;
- $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м^3 ;
- $V_{\text{ПО рез.}}$ – 200% резерв пенообразователя, м^3 .

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов для АСТВ, $V_{\text{ПО факт.}}$, м^3 , определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя. В данном примере принимаем 2 бака-дозатора типа БДП-3000:

$$V_{\text{ПО факт}} \geq V_{\text{ПО АСТВ}},$$

$$3 \geq 2,3.$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения АСТВ, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды $V_{\text{зап.воды}}$, м^3 :

$$V_{\text{зап.воды}} = V_{\text{ПО АСТВ}} \cdot ((100 - K) / K + 1) = 2,3 \cdot ((100 - 6) / 6 + 1) = 38,3 \text{ м}^3,$$

- где $V_{\text{ПО АСТВ}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов для АСТВ, м^3 ;
- K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в АСТВ или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}} = 3 \cdot 0,72 = 2,16 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

3.2.4 Дымоустойчивые эжекционные генераторы высокократной пены

В одном помещении или в локальной зоне должны применяться дымоустойчивые генераторы высокократной пены эжекционные (далее по тексту – генераторы пены) одного типа и конструкции. Количество генераторов пены определяется расчетом, но должно приниматься не менее двух. При расположении генераторов пены в местах возможного механического повреждения должна быть предусмотрена их защита.

В системах объемного тушения пожаров генераторы пены размещаются на высоте не ниже 1 метра над наиболее выступающей частью защищаемого оборудования и распределяются равномерно по площади помещения так, чтобы обеспечить заполнение пеной всего защищаемого объема, включая выгороженные в нем участки. Для защиты выгороженных участков генераторы размещаются непосредственно над защищаемым участком помещения или технологической единицей.

В системах локального тушения пожаров по объему генераторы размещаются непосредственно над защищаемым объемом и распределяются равномерно по площади локальной зоны.

Генераторы должны крепиться непосредственно к конструкциям здания или через стальные опорные конструкции.

3.2.5 Питающие и распределительные растворопроводы

Трубопроводы распределительных растворопроводов, расположенные в защищаемых помещениях, следует предусматривать из стальных труб с внутренним коррозионностойким покрытием.

При площади защищаемого помещения более 400 м^2 АСТВ должна иметь два ввода, расположенных в противоположных частях помещения, а распределительные растворопроводы внутри помещения должны быть закольцованы.

В нижней точке трубопровода линейного ввода (в пределах защищаемого объекта) должен предусматриваться сливной кран с диаметром условного прохода 50 мм, оборудованный головкой муфтовой ГМ-50 и головкой заглушкой ГЗ-50.

Питающие растворопроводы АСТВ должны быть снабжены фильтрующими устройствами, установленными в пределах защищаемого объекта в месте удобном для обслуживания. Диаметр ячейки фильтрующего элемента должен быть менее проходного сечения сопел ДВПЭ.

Пересечение вводов со стенами следует выполнять с зазором между трубопроводом и строительными конструкциями с заделкой отверстия в стене водонепроницаемым и газонепроницаемым (в газифицированных районах) эластичным материалом.

Растворопроводы должны крепиться держателями непосредственно к конструкциям здания или через стальные опорные конструкции, при этом не допускается их использование в качестве опор для других конструкций.

Узлы крепления растворопроводов должны устанавливаться с шагом не более 4 м. Для растворопроводов с условным проходом более 50 мм допускается увеличение шага между узлами крепления до 6 м.

В случае прокладки растворопроводов через гильзы и пазы конструкции здания расстояние между опорными точками должно составлять не более 6 м без дополнительных креплений. Распределительные растворопроводы должны прокладываться с уклоном не менее 0,001 в сторону питающих растворопроводов. При прокладке растворопроводов за несъемными подвесными потолками, в закрытых штробах и в подобных случаях их монтаж следует производить только на сварке.

Для задействования АСТВ от передвижной пожарной техники к наружным питающим растворопроводам необходимо предусматривать присоединение растворопроводов к узлам для подключения передвижной пожарной техники, выведенными к проезжей части или установленными возле капитальной стены без оконных проемов.

В конструкции узлов для подключения передвижной пожарной техники независимо от расчетного расхода рабочего раствора пенообразователя необходимо включать не менее 2-х патрубков Ду 80, оборудованных соответствующими пожарными соединительными головками

Глава 4. Стационарные системы пенного тушения водяного охлаждения на железнодорожных сливноналивных эстакадах

4.1 Общие положения

Для противопожарной защиты железнодорожных сливноналивных эстакад (далее по тексту – эстакад) следует предусматривать стационарные системы тушения пожаров низкократной пленкообразующей пеной и водяного охлаждения.

Стационарная система тушения пожаров низкократной пленкообразующей пеной основана на применении водопенных устройств, оборудованных специальными насадками с регулируемой картой орошения (далее по тексту – водопенных устройств) и предназначена:

- для тушения пожаров в пределах площади эстакады по внешнему контуру сооружения;
- для охлаждения горящих и соседних железнодорожных цистерн низкократной пленкообразующей пеной, а также для защиты от теплового потока сливноналивных устройств и других металлических конструкций эстакады;
- для снижения интенсивности испарения при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов;
- для орошения опасных зон распыленными струями воды при подключении к системе передвижной пожарной техники.

Стационарная система водяного охлаждения (СВОжд) основана на применении пожарных лафетных стволов универсальных (далее по тексту – ЛС) и предназначена для охлаждения соседних с горящими железнодорожных цистерн сплошными и распыленными струями, а также сливноналивных устройств и других металлических конструкций эстакады.

При необходимости СВОжд может быть использована для тушения пожаров в пределах площади эстакады по внешнему контуру сооружения и прилегающей территории сплошными и распыленными струями низкократной пленкообразующей пены при подаче в ЛС рабочего раствора пенообразователя от передвижной пожарной техники или от гребенок. На кольцевом растворопроводе вдоль железнодорожной сливноналивной эстакады должны устанавливаться гребенки для обеспечения подачи пены от мобильных технических средств на расстоянии друг от друга не более 80 м.

Применение данных гребенок в период работы стационарной системы пенного тушения не предусматривается.

Запуск систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения должен осуществляться одновременно от единых пусковых устройств, установленных по периметру эстакады на расстоянии не более 80 м и не более 2 м от стационарных лафетных стволов на отдельной стойке.

Средства автоматизации стационарных систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения должны обеспечивать:

- включение основных и резервных насосов (пенного пожаротушения и водяного охлаждения) в случае, если основные неисправны или не обеспечивают расчетный напор;

- открытие запорной арматуры с электроприводом, установленной на входе и выходе баков-дозаторов.

Открытие запорной арматуры, обеспечивающей подачу рабочего раствора пенообразователя (воды) в зону тушения или секцию, осуществляется вручную в зависимости от места возникновения пожара.

Для стационарной системы пенного тушения пожаров следует применять фторсодержащий пленкообразующий пенообразователь, предназначенный для получения пены низкой кратности или универсальные фторсодержащие пленкообразующие пенообразователи, предназначенные для получения пены низкой, средней и высокой кратности.

Во избежание разрушения огнетушащей тонкой водной пленки низкократной пены на поверхности горящего нефтепродукта подача водяных струй непосредственно в зону горения при задействовании системы пенного тушения не допускается.

4.2 Стационарная система пенного тушения пожаров

4.2.1 Основные технические характеристики

Стационарная система пенного тушения пожаров на железнодорожной сливноналивной эстакаде (далее по тексту – СПП жд) – комплекс устройств, оборудования, фторсодержащего пленкообразующего пенообразователя и технологии, обеспечивающих тушение пожара в пределах площади эстакады способом подачи низкократной пены в защищаемые зоны.

Состав основных элементов и оборудования СППжд:

- водопенные устройства;
- распределительные растворопроводы;
- питающие растворопроводы;

- запорную и другую трубопроводную арматуру;
- наружные сети растворопроводов;
- дренажные устройства;
- фильтрующие устройства;
- узлы для подключения передвижной пожарной техники;
- наружные сети противопожарных водопроводов;
- стационарные емкости для хранения и дозирования фторсинтетического пленкообразующего пенообразователя (баки-дозаторы);
- центробежные насосные агрегаты;
- емкости для хранения противопожарного запаса воды;
- устройства дистанционного запуска, контрольно-измерительные приборы, приборы управления и др.

Для эффективного применения стационарной системы пенного тушения пожаров на всей протяженности эстакады и получения экономически оправданных расходов огнетушащих веществ должны формироваться зоны тушения. Для двухсторонних эстакад каждая зона тушения может делиться на две секции.

При дистанционном запуске СПП жд должна обеспечиваться работа с расчетными параметрами не менее 3-х зон тушения с охватом площади эстакады в плане по внешнему контуру сооружения не менее 1000 м^2 , с учетом размещения на этой площади не менее 3-х железнодорожных цистерн на каждой стороне налива.

Расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя должна приниматься $0,08 \text{ л/с на м}^2$.

Водопенные устройства должны устанавливаться над горловиной железнодорожной цистерны из расчета – одно ВПУ на каждую цистерну.

В ПСД должны быть указаны следующие технические характеристики СПП жд:

- расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя;
- общее количество зон тушения;
- количество зон тушения, предусматриваемых для одновременной работы;
- площадь тушения при задействовании СПП жд;
- количество водопенных устройств;
- расчетный напор перед водопенным устройством;
- расчетный расход рабочего раствора пенообразователя;
- фактический расход рабочего раствора пенообразователя;

- фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя;
- расчетное время тушения;
- тип и концентрация пенообразователя;
- расчетное количество пенообразователя с учетом заполнения сухотрубных участков;
- количество пенообразователя с учетом 200% резерва;
- нормативный запас пенообразователя;
- запас воды необходимый для применения СПП жд.

Время срабатывания СПП жд должно обеспечиваться с учетом расположения наиболее удаленного водопенного устройства. СПП жд должны быть обеспечены запасом водопенных устройств не менее 10% от числа смонтированных.

4.2.2 Питающие и распределительные растворопроводы

Крепление питающих и распределительных растворопроводов в пределах эстакады должно производиться с помощью опор к несущим строительным конструкциям.

Для каждой зоны тушения от кольцевого растворопровода должен предусматриваться отдельный питающий растворопровод.

На питающем растворопроводе по направлению к зоне тушения или секции должны последовательно устанавливаться:

- запорная арматура для обеспечения подачи рабочего раствора пенообразователя в зону тушения;
- обратный клапан;
- фильтрующее устройство с диаметром ячейки 3 мм.

Запорная арматура на питающих растворопроводах, предназначенная для подачи рабочего раствора пенообразователя от кольцевого растворопровода в зоны тушения, должна устанавливаться в колодце, штурвал для ее открытия должен быть выведен на высоту 1,0 м над поверхностью. Штурвалы для управления запорной арматурой должны быть установлены на расстоянии от эстакады не менее 15 м. При реконструкции железнодорожных сливноналивных эстакад, в случае невозможности обеспечения указанного расстояния, допускается его уменьшение до 10 метров.

Подключение узла для передвижной пожарной техники к питающему растворопроводу должно предусматриваться на участке между фильтрующим

устройством и обратным клапаном. Растворопровод, соединяющий узел для подключения передвижной пожарной техники с питающим раствором, должен предусматриваться сухотрубным и оборудоваться сливным устройством в нижней точке.

Питающие растворомводы за пределами эстакады должны прокладываться подземно с уклоном не менее 0,001 в сторону колодцев и оборудоваться сливными устройствами. Распределительные растворомводы должны прокладываться с уклоном не менее 0,001 в сторону питающих растворомводов.

Наземные растворомводы с соответствующей трубопроводной арматурой, включая стальные опоры, расположенные в пределах эстакады должны защищаться огнезащитными составами, обеспечивающими их устойчивость к воздействию тепла пожара не менее 45 минут.

4.3 Стационарная система водяного охлаждения

4.3.1 Основные технические характеристики

Стационарная система водяного охлаждения (далее по тексту – СВО жд) – комплекс устройств, оборудования и трубопроводов, предназначенных для охлаждения соседних с горящими железнодорожных цистерн сплошными и распыленными струями, а также сливноналивных устройств и других металлических конструкций эстакады.

Состав основных элементов и оборудования СВО жд:

- комбинированные лафетные стволы универсальные;
- распределительные водопроводы;
- наружные сети водопроводов;
- запорная и другая трубопроводная арматура;
- дренажные устройства;
- фильтрующие устройства;
- узлы для подключения передвижной пожарной техники;
- центробежные насосные агрегаты;
- емкости для хранения противопожарного запаса воды;
- устройства дистанционного запуска, контрольно-измерительные приборы, приборы управления (система автоматизации).

Число и расположение ЛС следует определять графически из условия орошения железнодорожных цистерн и каждой точки эстакады в плане двумя сплошными струями.

Общий расход воды на охлаждение железнодорожных цистерн, сливно-наливных устройств на эстакадах следует принимать из расчета одновременной работы не менее двух лафетных стволов с общим расходом не менее 40 л/с.

В ПСД должны быть указаны следующие технические характеристики СВОжд:

- технические характеристики и общее количество ЛС;
- количество ЛС из расчета одновременной работы;
- расчетный напор на входе ЛС;
- фактический расход воды на охлаждение;
- запас воды необходимый для применения СВОжд.

Время срабатывания СВОжд должно обеспечиваться с учетом расположения наиболее удаленного ЛС.

4.3.2 Методика расчета систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения на железнодорожных сливноналивных эстакадах

4.3.2.1 Методика расчета стационарной системы пенного тушения пожаров

Исходные данные:

- конструктивные и геометрические характеристики железнодорожной сливноналивной эстакады: длина L , м, ширина B , м;
- количество обслуживаемых стандартных ($l = 12$ м) ж/д цистерн $N_{\text{цист.}}$, шт;
- расчетная площадь тушения S , м^2 (не менее 1000);
- расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{расч}}$, л/с на м^2 (не менее 0,08 л/с на м^2);
- концентрация рабочего раствора пенообразователя K , % ($K = 1\%$, $K = 3\%$, $K = 6\%$);
- расчетное время тушения $t_{\text{туш}}$, мин., $t_{\text{туш.}} = 15$ мин.

Площадь железнодорожной сливноналивной эстакады (далее по тексту – эстакады) по внешнему контуру сооружения $S_{\text{жд}}$, м^2 :

$$S_{\text{жд}} = L \cdot B,$$

где L – длина, м;
 B – ширина, м.

Общий расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{\text{расч}}$, л/с,

$$Q_{\text{общ.расч.}} = S_{\text{жд}} \cdot I_{\text{расч.}}$$

где $S_{жд}$ – площадь эстакады, m^2 ;
 $I_{расч.}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, $л/(m^2 \cdot с)$.

Требуемое количество водопенных устройств для защиты эстакады $N_{впу\ общ.}$, шт.:

$$N_{впу\ общ.} = N_{цист.}$$

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя на 1-но водопенное устройство $Q_{расч. ВПУ}$, л/с:

$$Q_{расч. ВПУ} = Q_{общ.расч.} / N_{впу\ общ.}$$

где $Q_{общ.расч.}$ – общий расчетный расход рабочего раствора пенообразователя, л/с;

$N_{впу\ общ.}$ – требуемое количество водопенных устройств для защиты эстакады, шт.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя на 1-но водопенное устройство $Q_{факт. ВПУ}$, л/с, определяется с учетом характеристик водопенных устройств конкретного производителя.

Формирование не менее 3-х зон тушения производится графически, исходя из следующих условий:

– при задействовании 3-х рядом расположенных зон СПП_{жд} должна обеспечиваться подача низкократной пленкообразующей пены на площадь эстакады в плане не менее чем $1000\ m^2$;

– количество защищаемых ж/д цистерн в каждой зоне СПП_{жд} должно быть одинаковым. Исключения допускаются для зон, расположенных с противоположных торцов эстакады, при этом количество защищаемых ж/д цистерн в зонах, расположенных с противоположных торцов эстакады, должно быть не более чем в остальных зонах;

– каждая зона СПП_{жд} (за исключением зон, расположенных с противоположных торцов эстакады) должна обеспечивать защиту не менее трех ж/д цистерн для односторонней эстакады и не менее шести – для двухсторонней эстакады.

По результатам формирования зон тушения пожаров на всей площади эстакады устанавливается:

– общее количество зон тушения;

– количество зон тушения, предусматриваемых для одновременной работы (не менее 3-х);

– значение расчетной площади тушения $S_{расч. СПП\ жд.}$;

– количество железнодорожных цистерн $N_{цист. расч.}$, расположенных на $S_{расч. СПП\ жд.}$;

– количество водопенных устройств $N_{\text{впу расч}}$, шт, для подачи низкократной пенкообразующей пены на $S_{\text{расч. СПП жд}}$:

$$N_{\text{впу расч}} = N_{\text{цист. расч}}$$

– фактический расход системы пенного тушения пожаров эстакады, $Q_{\text{факт. СПП жд}}$, л/с:

$$Q_{\text{факт. СПП жд}} = Q_{\text{факт. ВПУ}} \cdot N_{\text{ВПУ расч.}}$$

где $Q_{\text{факт. ВПУ}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя на 1-но водопенное устройство, л/с;

$N_{\text{ВПУ расч}}$ – количество водопенных устройств для подачи низкократной пенкообразующей пены на $S_{\text{расч. СПП жд}}$

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{факт}}$, л/(м²·с), обеспечиваемая СПП жд:

$$I_{\text{факт}} = Q_{\text{факт. ВПУ}} \cdot N_{\text{впу общ.}} / S_{\text{жд}}$$

Для обеспечения требуемых условий тушения пожара должно выполняться следующее условие:

$$I_{\text{факт.}} \geq I_{\text{расч.}}$$

По результатам гидравлических расчетов, производимых в установленном порядке определяются:

– $D_{\text{сух.уч.}}$ – внутренний диаметр сухотрубных участков, м;

– $L_{\text{сух.уч.}}$ – протяженность сухотрубных участков, $L_{\text{сух.уч.}}$, м.

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м³:

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт. жд}} \cdot K \cdot t_{\text{туш.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100,$$

где $Q_{\text{факт}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;

$t_{\text{туш}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$, м³:

$$V_{\text{ПО (сух.уч.)}} = (\sum \Pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}) \cdot K / 100,$$

где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр сухотрубного участка, м;

$L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность сухотрубного участка, м;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

200% резерв пенообразователя $V_{\text{ПО рез.}}$, м³:

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}},$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³.

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов для СПП жд $V_{\text{ПО СПП жд}}$, м³:

$$V_{\text{ПО СПП жд}} = V_{\text{ПО}} + V_{\text{ПО (сух.уч.)}} + V_{\text{ПО рез}},$$

- где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³;
 $V_{\text{ПО(сух.уч.)}}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м³;
 $V_{\text{ПО рез}}$ – 200% резерв пенообразователя, м³.

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СППЖд, $V_{\text{ПО факт.}}$, м³, определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя, при этом должно выполняться условие:

$$V_{\text{ПО факт}} \geq V_{\text{ПО СПП жд}}.$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения СПП жд, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды $V_{\text{зап.воды}}$, м³:

$$V_{\text{зап.воды}} = V_{\text{ПО СПП жд}} \cdot ((100 - K)/K + 1),$$

- где $V_{\text{ПОСППЖд}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПП жд, м³;
 K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в СПП жд или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}$, м³:

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}},$$

- где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м³.

4.3.2.2 Пример расчета системы пенного тушения пожаров

Исходные данные:

- двухсторонняя эстакада, количество железнодорожных цистерн ($L_{\text{цист.}}=12$ м), размещаемых на площади эстакады – 64 шт. (по 32 шт. на каждой стороне);
- геометрические характеристики эстакады: длина $L = 394$ м, ширина $B = 12$ м;
- расчетная площадь тушения, м² (не менее 1000);
- расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя $I_{\text{расч}} = 0,08$ л/с на м²;
- концентрация рабочего раствора пенообразователя $K = 6\%$;
- расчетное время тушения $t_{\text{туш.}} = 15$ мин.

Площадь эстакады по внешнему контуру сооружения $S_{жд}$, m^2 :

$$S_{жд} = L \cdot B = 394 \cdot 12 = 4728 \text{ м}^2,$$

где L – длина, м;
 B – ширина, м.

Общий расчетный расход рабочего раствора пенообразователя $Q_{расч}$, л/с:

$$Q_{общ.расч.} = S_{жд} \cdot I_{расч.} = 4728 \cdot 0,08 = 378,2 \text{ л/с},$$

где $S_{жд}$ – площадь эстакады, m^2 ;
 $I_{расч.}$ – расчетная интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, л/($m^2 \cdot c$).

Требуемое количество водопенных устройств для защиты эстакады $N_{впуобщ}$, шт.:

$$N_{впу общ} = N_{цист.} = 64 \text{ шт.}$$

Расчетный расход рабочего раствора пенообразователя на 1-но водопенное устройство $Q_{ВПУ}$, л/с:

$$Q_{расч. ВПУ} = Q_{общ.расч.} / N_{впу общ.} = 378,2 / 64 = 5,9 \text{ л/с},$$

где $Q_{общ.расч.}$ – общий расчетный расход рабочего раствора пенообразователя, л/с;
 $N_{впу общ.}$ – требуемое количество водопенных устройств для защиты эстакады, шт.

Фактический расход рабочего раствора пенообразователя на 1-но водопенное устройство $Q_{факт. ВПУ}$, л/с, определяется с учетом характеристик водопенных устройств конкретного производителя: $Q_{факт. ВПУ} = 6$ л/с, при напоре 0,7 МПа.

В качестве водопенных устройств могут приниматься сертифицированные в области пожарной безопасности пожарные комбинированные насадки с возможностью регулировки угла факела пенной струи в диапазоне не менее чем от 0° до 120° , которые используются для комплектации ручных пожарных стволов или специальные водопенные устройства с регулируемой картой орошения типа ВПУ.

Формирование не менее 3-х зон тушения с охватом площади эстакады в плане не менее 1000 м^2 производится графически.

Исходя из геометрических характеристик эстакады и количества размещаемых на ней ж/д цистерн принимается:

- общее количество зон тушения – 12;
- количество зон тушения, предусматриваемых для одновременной работы – 3;
- значение расчетной площади тушения $S_{расч. СПП жд}$.

– для 3-х рядом расположенных зон расположенных с противоположных торцов эстакады – $S_{1\text{расч. СПП жд}} = 87 \cdot 12 = 1044 \text{ м}^2$;

– для любых 3-х рядом расположенных зон в центральной части ж/д эстакады – $S_{2\text{расч. СПП жд}} = 110 \cdot 12 = 1320 \text{ м}^2$;

– количество железнодорожных цистерн $N_{\text{цист. расч.}}$, расположенных на $S_{1\text{расч. СПП жд}} - 14$ цист.; $S_{2\text{расч. СПП жд}} - 18$ цист.;

– количество водопенных устройств для подачи низкократной пенкообразующей пены на $S_{\text{расч. СПП жд}}$: $N_{1\text{впу расч}} = 14$ шт., $N_{2\text{впу расч}} = 18$ шт.

– фактический расход системы пенного тушения пожаров сливноналивной железнодорожной эстакады, $Q_{\text{факт. СПП жд}}$, л/с:

$$Q1_{\text{факт. СПП жд}} = 14 \cdot 6 = 84 \text{ л/с};$$

$$Q2_{\text{факт. СПП жд}} = 18 \cdot 6 = 108 \text{ л/с}.$$

Фактическая интенсивность подачи рабочего раствора пенообразователя, обеспечиваемая СППЖд $I_{\text{факт}}$, л/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$):

$$I_{\text{факт}} = Q_{\text{факт. ВПУ}} \cdot N_{\text{впу общ.}} / S_{\text{жд}} = 6 \cdot 64 / 4728 = 0,081 \text{ л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$$

Проверка соответствия фактических и требуемых условий тушения пожара:

$$I_{\text{факт.}} \geq I_{\text{расч.}}$$

$$0,081 \geq 0,08$$

По результатам гидравлических расчетов, производимых в установленном порядке определяются:

– $D_{\text{сух.уч.}}$ – внутренний диаметр сухотрубных участков, м;

– $L_{\text{сух.уч.}}$ – протяженность сухотрубных участков: Ду 100 – 1000 м, Ду 200 – 500 м

Расчетное количество пенообразователя $V_{\text{ПО}}$, м^3 ,

$$V_{\text{ПО}} = Q_{\text{факт. жд}} \cdot K \cdot t_{\text{туш.}} \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100 = 108 \cdot 6 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 10^{-3} / 100 = 5,83 \text{ м}^3,$$

где $Q_{\text{факт}}$ – фактический расход рабочего раствора пенообразователя, л/с;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %;

$t_{\text{туш}}$ – расчетное время тушения, мин.

Количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков $V_{\text{ПО (сух.уч.)}}$, м^3 :

$$V_{\text{ПО (сух.уч.)}} = \sum (\Pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}) \cdot K / 100 = (3,142 \cdot 0,1^2 / 4 \cdot 1000 + 3,142 \cdot 0,2^2 / 4 \cdot 500) \cdot 6 / 100 = 1,41 \text{ м}^3,$$

где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр сухотрубного участка, м;

$L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность сухотрубного участка, м;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

200% резерв пенообразователя $V_{\text{ПО рез}}, \text{ м}^3$,

$$V_{\text{ПО рез.}} = 2 \cdot V_{\text{ПО}} = 2 \cdot 5,83 = 11,66 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

Расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов для СППЖд $V_{\text{ПО СПП жд}}, \text{ м}^3$:

$$V_{\text{ПО СПП жд}} = V_{\text{ПО}} + V_{\text{ПО (сух.уч.)}} + V_{\text{ПО рез.}} = 5,83 + 1,41 + 11,66 = 18,9 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 ;

$V_{\text{ПО(сух.уч.)}}$ – количество пенообразователя, требуемое для получения рабочего раствора пенообразователя, предназначенного для заполнения сухотрубных участков, м^3 ;

$V_{\text{ПО рез}}$ – 200% резерв пенообразователя, м^3 .

Фактическое количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СППЖд, $V_{\text{ПО факт.}}, \text{ м}^3$, определяется при подборе баков-дозаторов с определенными объемами емкостей для хранения концентрата пенообразователя. В данном примере принимаем 2 бака-дозатора типа БДП-10000 объемом 10 м^3 :

$$V_{\text{ПО факт}} \geq V_{\text{ПО СПП жд}}, \\ 20 \geq 18,9.$$

Запас воды, требуемый для трехкратного применения СПП жд, предназначенный для хранения в резервуарах противопожарного запаса воды $V_{\text{зап.воды}}, \text{ м}^3$:

$$V_{\text{зап.воды}} = V_{\text{ПО СПП жд}} \cdot ((100 - K)/K + 1) = 18,9 \cdot ((100 - 6)/6 + 1) = 315 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО СПП жд}}$ – расчетное количество пенообразователя, хранящееся в емкостях баков-дозаторов СПП жд, м^3 ;

K – концентрация рабочего раствора пенообразователя, %.

Нормативный запас пенообразователя, хранящийся на территории объекта в целях восстановления расчетного количества пенообразователя и 200% резерва в СППЖд или для организации тушения пожаров с использованием передвижной пожарной техники $V_{\text{ПО норм. зап.}}, \text{ м}^3$:

$$V_{\text{ПО норм. зап.}} = 3 \cdot V_{\text{ПО}} = 3 \cdot 5,83 = 17,49 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{ПО}}$ – расчетное количество пенообразователя, м^3 .

4.3.3 Методика расчета системы водяного охлаждения (СВО жд)

Исходные данные:

– конструктивные и геометрические характеристики эстакады: длина L , м, ширина B , м;

– условия расположения ЛС – от 15 м до 20 от ж/д эстакады ($R_{\text{ЛС}}$);

– суммарный расход двух ЛС – не менее 40 л/с.

– расчетное время водяного охлаждения – не менее 4 часов.

Определение и подбор технических характеристик пожарных комбинированных лафетных стволов универсальных, производится исходя из следующих условий:

– номинальный расход ЛС должен быть не менее 20 л/с при рабочем давлении $0,6+0,05$;

– ЛС должны приниматься одного типоразмера;

– ЛС должны предусматриваться с комбинированными насадками, обеспечивающими регулирование угла факела струи и позиционное регулирование расхода;

– обеспечение требуемой дальности подачи сплошной водяной струи ЛС.

Определение требуемой дальности подачи ЛС сплошной водяной струи $D_{\text{треб, м}}$:

$$D_{\text{треб, м}} = R_{\text{ЛС макс}} + B,$$

где $R_{\text{ЛС макс}}$ – расстояние от места установки ЛС до эстакады, м (принимается по максимальному значению);

B – ширина производственной площадки ж/д эстакады, м.

Определение фактической дальности подачи сплошной струи $D_{\text{ЛС комп, м}}$:

$$D_{\text{ЛС комп}} = D_{\text{ЛС спл}} \cdot 0,75,$$

где $D_{\text{ЛС спл}}$ – дальность подачи сплошной водяной струи ЛС, м (определяется по данным завода изготовителя с помощью графиков Q/H – расход/напор и D/H – дальность сплошной водяной струи по крайним каплям / напор);

$0,75$ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения воды по защищаемой площади при подаче ЛС сплошных струй.

Проверка выполнения условия:

$$D_{\text{ЛС комп}} \geq 1,1 \cdot D_{\text{треб}}$$

где $D_{\text{ЛС комп}}$ – дальность подачи ЛС сплошной водяной струи, м;

$D_{\text{треб}}$ – требуемая дальность подачи сплошной водяной струи ЛС, м;

$1,1$ – коэффициент, обеспечивающий эффективную зону охвата защищаемой площади эстакады при подаче ЛС сплошных струй.

Расстановка ЛС с противоположных сторон эстакады производится графически исходя из орошения железнодорожных цистерн и каждой точки производственной площадки эстакады в плане двумя сплошными струями.

Обобщение данных:

- технические характеристики и общее количество ЛС;
- количество ЛС из расчета одновременной работы;
- фактический расход СВО жд, л/с;
- расчетный напор на входе ЛС;
- расчетный расход воды на охлаждение.

По результатам гидравлических расчетов, производимых в установленном порядке, определяются:

- $D_{\text{сух.уч.}}$ – внутренний диаметр сухотрубных участков, м;
- $L_{\text{сух.уч.}}$ – протяженность сухотрубных участков, м.

Количество воды, необходимое для обеспечения расчетного времени охлаждения $V_{\text{вод.расч.}}$, м^3 :

$$V_{\text{вод.расч.}} = Q_{\text{факт.СВО жд}} \cdot t_{\text{охл}} \cdot 3,6,,$$

где $Q_{\text{факт}}$ – фактический расход воды при работе СВО жд, л/с
 $t_{\text{охл}}$ – расчетное время водяного охлаждения, час.

Количество воды, требуемое для заполнения сухотрубных участков, $V_{\text{вод (сух.уч.)}}$, м^3 :

$$V_{\text{вод (сух.уч.)}} = \sum (\pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}),$$

где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр сухотрубного участка, м;
 $L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность сухотрубного участка, м.

Общее количество воды, необходимое для СВО жд $V_{\text{вод СВО жд}}$, м^3 :

$$V_{\text{вод СВО жд}} = V_{\text{вод.расч.}} + V_{\text{вод (сух.уч.)}},$$

где $V_{\text{вод.расч}}$ – количество воды, необходимое для обеспечения расчетного времени охлаждения, м^3 ;

$V_{\text{вод(сух.уч.)}}$ – количество воды, требуемое для заполнения сухотрубных участков.

4.3.3.1 Пример расчета системы водяного охлаждения (СВО жд)

Исходные данные:

– конструктивные и геометрические характеристики сливноналивной железнодорожной эстакады: длина L , м, ширина B , м;

– геометрические характеристики сливноналивной железнодорожной эстакады: длина $L = 394$ м, ширина $B = 12$ м;

– расположение ЛС (условно принимается, что согласно инженерно-технических сетей вокруг ж/д эстакады, расстановка лафетных стволов может производиться на расстояниях от 15 м до 20 метров от эстакады, и имеются зоны, где размещение ЛС невозможно из-за наличия технологических коммуникаций, оборудования и инженерных сетей);

– суммарный расход двух ЛС – не менее 40 л/с;

– расчетное время водяного охлаждения - 4 часа.

Определение и подбор технических характеристик пожарных комбинированных лафетных стволов универсальных:

– ЛС принимаются с номинальным расходом 20 л/с при рабочем давлении 0,6 МПа;

– ЛС принимаются одного типоразмера;

– предусматривается оборудование ЛС комбинированными насадками с позиционным регулированием расхода со значениями 15, 20 и 25 л/с.

Определение требуемой дальности подачи ЛС сплошной водяной струи, $D_{\text{треб}}$, м:

$$D_{\text{треб}} = R_{\text{ЛС макс}} + B = 20 + 12 = 32 \text{ м},$$

где $R_{\text{ЛС макс}}$ – расстояние от места установки ЛС до эстакады, м (принимается по максимальному значению);

B – ширина производственной площадки ж/д эстакады, м.

Определение фактической дальности подачи сплошной струи $D_{\text{ЛС факт.}}$, м,

$$D_{\text{ЛС факт.}} = D_{\text{ЛС т.д.}} \cdot 0,75 = 50 \cdot 0,75 = 37,5 \text{ м},$$

где $D_{\text{ЛС т.д.}}$ – дальность подачи сплошной водяной струи, принимаемая согласно технической документации на ЛС, м (определяется по данным завода изготовителя с помощью графиков Q/H – расход/напор и D/H – дальность сплошной водяной струи по крайним каплям / напор);

0,75 – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения воды по защищаемой площади при подаче ЛС сплошных струй.

Проверка выполнения условия:

$$D_{\text{ЛС факт.}} \geq 1,1 \cdot D_{\text{треб}}, \\ 37,5 \geq 35,2,$$

где $D_{\text{ЛС факт.}}$ – фактическая дальность подачи ЛС сплошной водяной струи, м; $D_{\text{треб}}$ – требуемая дальность подачи сплошной водяной струи ЛС, м;

1,1 – коэффициент, обеспечивающий эффективную зону охвата

защищаемой площади эстакады при подаче ЛС сплошных струй.

При $D_{\text{ЛС комп.}} < 1,1 D_{\text{треб.}}$, необходимо произвести корректировку характеристик и повторить расчеты.

Расстановка ЛС с противоположных сторон эстакады производится графическим способом, исходя из:

– орошения железнодорожных цистерн и каждой точки площади эстакады в плане двумя сплошными струями с учетом фактической дальности подачи $D_{\text{ЛС факт.}}$;

– максимального расстояния расположения ЛС от ж/д эстакады.

По данным графического расположения ЛС определяется минимальное количество ЛС для системы водяного охлаждения эстакады, $N_{\text{ЛС мин.}}$, шт.:

$$N_{\text{ЛС мин.}} = 16 \text{ шт.}$$

Привязка полученной схемы расстановки ЛС с учетом фактических условий размещения ЛС на генплане, условий п. 2.3.2.5 и п. 2.3.2.6 и определение $N_{\text{ЛС факт.}}$:

$$N_{\text{ЛС факт.}} = 17 \text{ шт.}$$

Обобщение полученных данных:

– для оснащения СВО жд принимается 17 лафетных стволов стационарных универсальных типа ЛС-С20У, оборудованных комбинированными насадками с 3-х позиционным регулированием расхода со значениями 15, 20, 25 л/с,

– количество ЛС из расчета одновременной работы – 2 шт;

– фактический расход СВО жд $Q_{\text{факт. СВО жд}} = 40 \text{ л/с}$;

– H – напор на входе ЛС, МПа, $H 0,6 \text{ МПа}$;

– Q – фактический расход, л/с, $Q = 20 \text{ л/с}$.

По результатам гидравлических расчетов, производимых в установленном порядке, определяются:

– $D_{\text{сух.уч.}}$ – внутренний диаметр сухотрубных участков, м, $D_{\text{сух.уч.}} = 0,1 \text{ м}$;

– $L_{\text{сух.уч.}}$ – протяженность сухотрубных участков, м, $L_{\text{сух.уч.}} = 500 \text{ м}$.

Количество воды, необходимое для обеспечения расчетного времени охлаждения $V_{\text{вод.расч.}}$, М^3 :

$$V_{\text{вод.расч.}} = Q_{\text{факт. СВО жд}} \cdot t_{\text{охл.}} \cdot 3,6 = 40 \cdot 4 \cdot 3,6 = 576 \text{ м}^3$$

где $Q_{\text{факт}}$ – фактический расход воды при работе СВО жд, л/с;

$t_{\text{охл.}}$ – расчетное время водяного охлаждения, час.

Количество воды, требуемое для заполнения сухотрубных участков $V_{\text{вод(сух.уч.)}}$, М^3 :

$$V_{\text{вод (сух.уч.)}} = \sum(\Pi \cdot D_{\text{сух.уч.}i}^2 / 4 \cdot L_{\text{сух.уч.}i}) = 3,142 \cdot 0,1^2 / 4 \cdot 500 = 3,93 \text{ м}^3,$$

где $D_{\text{сух.уч.}i}$ – внутренний диаметр сухотрубного участка, м;

$L_{\text{сух.уч.}i}$ – протяженность сухотрубного участка, м.

Общее количество воды, необходимое для СВОжд $V_{\text{вод СВО жд}}$, м^3 :

$$V_{\text{вод СВО жд}} = V_{\text{вод.расч.}} + V_{\text{вод (сух.уч.)}} = 576 + 3,93 = 580 \text{ м}^3,$$

где $V_{\text{вод.расч}}$ – количество воды, необходимое для обеспечения расчетного времени охлаждения, м^3 ;

$V_{\text{вод(сух.уч.)}}$ – количество воды, требуемое для заполнения сухотрубных участков, м^3 .

4.3.4 Пожарные комбинированные лафетные стволы универсальные

Для СВОжд должны применяться пожарные комбинированные лафетные стволы универсальные, соответствующие ГОСТ Р 51115.

Для получения сплошных и распыленных с изменяемым углом факела струй воды и воздушно-механической пены низкой кратности ЛС должны быть оборудованы комбинированным водопенным насадком с позиционным регулированием расхода.

ЛС должны быть расположены на расстоянии от эстакады не менее 15 м. При реконструкции железнодорожных сливноналивных эстакад, в случае невозможности обеспечения указанного расстояния, допускается его уменьшение до 10 метров.

ЛС должны быть установлены на специальных лафетных вышках высотой не менее 2 м от уровней производственной площадки эстакады и противопожарного проезда.

Для управления лафетными стволами на вышках необходимо предусматривать специальные площадки, оборудованные водяной завесой или теплозащитным экраном. Стояки лафетных вышек должны быть сухотрубными и оборудоваться дренажными устройствами.

Запорная арматура для подачи воды к ЛС должна устанавливаться в колодце, штурвал для ее открытия должен быть выведен на высоту 1,0 м над поверхностью.

Глава 5. Наружные сети противопожарных водопроводов и растропроводов

5.1 Общие требования

Наружные сети противопожарных водопроводов систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения следует проектировать отдельно от производственно-хозяйственных и хозяйственно-питьевых водопроводов объекта.

Наружные сети противопожарных водопроводов, предусматриваемые для систем водяного охлаждения, водяных завес и сети противопожарных водопроводов, используемых для подвода воды к пунктам приготовления рабочего раствора пенообразователя, должны быть отдельными.

Противопожарные водопроводы и растворопроводы должны быть кольцевыми. Тупиковые линии допускается применять при длине линий не свыше 200 м. Кольцевание наружных сетей внутренними противопожарными водопроводами и растворопроводами зданий и сооружений не допускается.

Кольцевые сети противопожарных водопроводов и растворопроводов следует делить на ремонтные участки с учетом следующих условий:

- выключение одного из участков не должно приводить к исключению подачи воды и рабочего раствора пенообразователя на тушение и (или) охлаждение действующих объектов;

- в местах расположения сооружений с электроприводными задвижками границы ремонтных участков следует устанавливать между данными сооружениями;

- выключение одного из участков противопожарного водопровода должно приводить к отключению не более трех пожарных гидрантов (гребенок), а выключение одного из участков растворопровода – не более трех гребенок для забора рабочего раствора пенообразователя.

Перерыв в готовности подачи воды и рабочего раствора пенообразователя допускаются на время выключения поврежденных участков, но не более чем на 10 мин.

Расчетное время ликвидации аварии на наружных сетях противопожарных водопроводов и растворопроводов следует принимать в соответствии с таблицей 22.

Сварные швы противопожарных водопроводов и растворопроводов должны подвергаться стопроцентному рентгенографическому контролю.

Заполненные противопожарные водопроводы и растворопроводы, а также их сухотрубные участки, за исключением внутренней разводки пенопроводов в резервуарах, подлежат испытанию гидравлическим способом. Проведение испытаний при отрицательных температурах следует проводить с использованием незамерзающей жидкости.

Таблица 15

Расчетное время ликвидации аварии на наружных сетях противопожарных водопроводов и растворопроводов

Диаметр труб, мм	Расчетное время ликвидации аварий, ч, при глубине заложения труб, м	
	до 2	более 2
До 400	8	12
Св. 400	12	18

В ПСД необходимо предусматривать гидравлические испытания трубопроводов систем пожаротушения и противопожарного водоснабжения:

- на прочность – в течение времени не менее 6 часов;
- на герметичность – на время достаточное для осмотра но не менее шести часов.

Гидравлические испытания трубопроводов должны проводиться с соблюдением «Общих технических требований по проектированию нефтеперекачивающих станций с РП в системе магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть» и другими нормативными документами, действующими в системе ОАО «АК «Транснефть»».

Величину давления при гидравлических испытаниях следует принимать равной рабочему давлению с коэффициентом 1,5, но не ниже 1,5 МПа (15 кгс/см²). В случае выявления и после устранения дефектов (падение давления, течи, запотевания и т.д.) гидравлические испытания проводятся повторно в полном объеме.

В ПСД необходимо предусматривать очистку трубопроводов (промывку, продувку воздухом, опорожнение, их гидроиспытания, для растворопроводов – заполнение раствором). Участки трубопроводов в местах прокладки через стены не должны иметь сварных стыков. Проект должен предусматривать 100% неразрушающий (рентгенографический) контроль сварных швов трубопроводов. Для изоляции сварных стыков подземных технологических трубопроводов применять термоусадочные муфты.

5.2 Материалы труб и оборудование

Выбор типа, материала, класса прочности, толщины стенки труб для противопожарных водопроводов и растворопроводов следует принимать в соответствии с требованиями [1] и на основании расчета с учетом агрессивности грунта и транспортируемого огнетушащего вещества, а также условий работы.

При прокладке сетей противопожарного водопровода и растворопроводов в зоне отрицательных температур материал труб и элементов стыковых соединений должен удовлетворять требованиям морозоустойчивости.

Повышение давления при гидравлическом ударе следует определять расчетом и на его основании принимать меры защиты.

На сетях противопожарного водопровода и растворопроводов следует предусматривать установку:

- задвижек для выделения ремонтных участков;
- оборудования для предупреждения повышения давления при гидравлических ударах;
- кранов для впуска и выпуска воздуха при опорожнении и заполнении систем тушения пожаров и водяного охлаждения;
- выпусков для сброса воды или раствора пенообразователя при опорожнении;
- компенсаторов и монтажных вставок;
- запорной арматуры с электроприводом для подачи огнетушащих веществ по направлениям к защищаемым объектам;
- пожарных гидрантов (гребенок) на сетях противопожарного водопровода и гребенок для забора рабочего раствора пенообразователя на сетях заполненных растворопроводов.

Запорная арматура с электроприводом для подачи огнетушащих веществ по направлениям к защищаемым объектам должна располагаться в отдельных сооружениях, в насосных станциях пожаротушения, пунктах приготовления рабочего раствора пенообразователя или других помещениях в зависимости от применяемой схемы сети противопожарного водопровода и растворопроводов. Установка данной запорной арматуры в колодцах не допускается.

Выпуски для сброса воды или раствора пенообразователя следует предусматривать в пониженных граничных и переломных точках каждого ремонтного участка.

Краны для впуска и выпуска воздуха должны устанавливаться в верхних граничных и переломных точках профиля каждого ремонтного участка. Краны

для выпуска воздуха усанавливаются сверху, а краны для слива воды, раствора и конденсата – внизу трубы на нижней ее образующей.

Диаметры выпусков для сброса воды или раствора пенообразователя и устройств для выпуска воздуха должны обеспечивать опорожнение ремонтных участков не более чем за 2 ч.

Отвод воды от выпусков следует предусматривать в ближайший водосток, канаву, овраг и т.п. При невозможности отвода всей выпускаемой воды или части ее самотеком допускается сбрасывать воду в дренажный колодец с последующей ее откачкой в в ближайший водосток, канаву, овраг и т.п.

Отвод раствора пенообразователя из сетей должен предусматриваться в дренажные колодцы и в дальнейшем откачка в емкости.

В качестве емкостей для отвода раствора пенообразователя из сетей допускается использовать передвижную технику, приспособленную для перевозки концентрата пенообразователя или его раствора.

5.3 Прокладка противопожарных водопроводов и растворопроводов

Расположение противопожарных водопроводов и растворопроводов на генеральных планах, а также минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб до зданий, сооружений и инженерных сетей должны приниматься в соответствии с таблицами 23 и 24.

Пересечения с другими инженерными сетями должны проектироваться в соответствии с требованиями СНиП II-89-80*, СНиП 2.04.02-84* и других нормативных документов.

Сети противопожарного водопровода и растворопроводов следует проектировать с уклоном не менее 0,001 по направлению к дренажным колодцам с установкой сливных устройств.

При невозможности прокладки трубопроводов сетей противопожарного водопровода и растворопроводов подземно (на причалах морских нефтеналивных терминалов, в районах с высоким уровнем залегания грунтовых вод и др.), при теплотехническом и технико-экономическом обосновании, допускается надземная прокладка трубопроводов, прокладка их в тоннелях, а также прокладка сетей противопожарного водопровода и растворопроводов в тоннелях совместно с другими подземными коммуникациями.

Таблица 23

Минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб противопожарных водопроводов и растворопроводов до зданий и сооружений

Здания и сооружения	Расстояние по горизонтали (в свету), м, от подземных сетей
Фундаменты зданий и сооружений	5
Ограждения опор галерей, эстакад трубопроводов, контактной сети и связи	3
Оси пути железных дорог колеи 1520 мм, но не менее глубины траншеи до подошвы насыпи и выемки	4
Автомобильные дороги: – бортового камня кромки проезжей части, укрепленной полосы обочины; – наружной бровки кювета или подошвы насыпи.	2 1
Фундаментов опор воздушных линий электропередачи: – до 1 кВ и наружного освещения; – свыше 1 до 35 кВ; – свыше 35 кВ.	1 2 3
Фундаментов молниеприемников	3

При наземной или надземной прокладке сетей противопожарного водопровода и растворопроводов необходимо принять меры для недопущения их замерзания.

При прокладке трубопроводов в скальных, гравийно-галечниковых и щебенистых грунтах и засыпке этими грунтами следует предусматривать устройство подсыпки из мягких грунтов толщиной не менее 10 см. Изоляционное покрытие в этих условиях должно быть защищено от повреждений путем присыпки трубопровода мягким грунтом на толщину не менее 20 см.

Глубина заложения трубопроводов сетей противопожарного водопровода и растворопроводов (считая по верху трубы), заполненных водой или раствором, должна быть на 0,5 метра больше расчетной глубины проникания в грунт нулевой температуры.

Таблица 24

Минимальные расстояния в плане и при пересечениях от наружной поверхности труб противопожарных водопроводов и растворопроводов до инженерных сетей

Инженерные сети	Расстояние по горизонтали (в свету), м, от подземных сетей
Водопровод	1,5
Канализация	1,5
Дренажи или водостоки	1,5
Газопроводы горючих газов:	
- низкого давления до 0,005 МПа (0,05 кг/см ²);	1
- среднего давления свыше 0,005 (0,05) до 0,6 МПа (3 кгс/см ²)	1
- высокого давления свыше 0,3 (3) до 0,6 МПа (6 кгс/ см ²);	1,5
- высокого давления свыше 0,6 (6) до 1,2 МПа 12 кгс/ см ²).	2
Кабели силовые всех напряжений	0,5
Кабели связи	0,5
Тепловые сети:	
наружная стенка канала, тоннеля;	1,5
оболочка безканальной прокладки;	1,5
Каналы, тоннели	1,5

При пересечении трубопроводами зоны проникновения в грунт нулевой температуры данный участок защищается теплоизоляцией.

При определении глубины заложения сетей противопожарных водопроводов и растворопроводов при их подземной прокладке следует учитывать внешние нагрузки от транспорта и условия пересечения с другими подземными коммуникациями.

На участках совместной прокладки сетей противопожарных водопроводов и растворопроводов трубопроводы следует располагать параллельно в одной траншее.

При проектировании сетей противопожарных водопроводов и растворопроводов необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие непрерывную электрическую проводимость трубопроводов для возможности

устройства электрохимической защиты (ЭХЗ) от коррозии в составе общестанционной системы ЭХЗ.

При параллельной прокладке противопожарных водопроводов и растворопроводов расстояние в плане между наружными поверхностями труб следует устанавливать с учетом производства, организации работ и необходимости защиты от повреждений смежных трубопроводов при аварии на одном из них.

Прокладка противопожарных водопроводов и растворопроводов по железнодорожным мостам и путепроводам, пешеходным мостам над путями, в железнодорожных, автодорожных и пешеходных тоннелях, а также в водопропускных трубах не допускается.

Трубы, прокладываемые под дорогами и при их пересечении, должны заключаться в металлический футляр, диаметр которого должен быть на 100 мм больше диаметра трубопровода. При пересечении дорог футляр должен выступать в обе стороны от дороги в глинистых грунтах на 5 метров, в крупноблочных и песчаных – 10 метров. При пересечении стен и фундаментов зданий для прокладки трубопроводов должны применяться металлические гильзы с последующей заделкой, не изменяющей ограждающих характеристик стен и фундаментов.

5.4 Помещения для размещения запорной арматуры с электроприводом

Архитектурно-строительные и объемно-планировочные решения помещений для запорной арматуры с электроприводом должны соответствовать требованиям норм пожарной безопасности, «Общим техническим требованиям по проектированию нефтеперекачивающих станций с (без) РП в системе магистральных нефтепроводов ОАО «АК «Транснефть» и другим действующими в системе ОАО «АК «Транснефть» нормативным документам.

Помещение с электроприводными задвижками должно представлять собой одноэтажное отапливаемое здание с несущими стенами из монолитного железобетона прямоугольной в плане формы высотой от пола до низа выступающих конструкций (покрытия) – не более 3,5м. Габаритные размеры зависят от количества размещаемой в данных помещениях запорной арматуры:

- для размещения 8-ми электроприводных задвижек – 4,5х6,0х3,0(Н)м;
- для размещения 4-х электроприводных задвижек – 4,5х4,0х3,0(Н)м.

Кровля помещения односкатная. Покрытие выполняется из комплексных панелей по металлическим балкам.

Температура воздуха в помещениях должна быть не менее 5°С.

Количество помещений определяется расчетом исходя из количества запорной арматуры с электроприводом, протяженности линейных вводов систем пенного тушения пожаров, противопожарного водоснабжения (водо-, пено-, растворопроводов).

Трубопроводы в помещении следует укладывать над поверхностью пола (на опорах или кронштейнах) с устройством мостиков над трубопроводами и обеспечением похода, обслуживания оборудования, арматуры.

Внутри помещений на сухотрубных участках водо-, пено-, растворопроводов за электроприводной задвижкой устанавливается отвод с диаметром условного прохода 50 мм, оборудованный муфтовой головкой ГМ-50 и головкой-заглушкой ГЗ-50 для промывки данных участков трубопроводов.

Для запорной арматуры с электроприводом должны предусматриваться кнопки местного пуска. Для данных задвижек предусматривается автоматический, дистанционный запуск и управление по месту. Помещения для запорной арматуры с электроприводом должны быть оборудованы рабочим освещением, отоплением и вентиляцией.

Внутри помещения на видном месте должна быть вывешена принципиальная локальная схема системы пенного тушения пожаров и водяного охлаждения, в состав которых входит данное помещение, на которой, в соответствии с общей схемой СПП и водяного охлаждения, пронумерована управляемая запорная арматура.

Помещения для запорной арматуры с электроприводами одновременно при пожаре выполняют роль теплозащитных экранов (защитной стенки).

5.5 Пожарные гидранты и гребенки для забора воды и рабочего раствора пенообразователя

Пожарные гидранты следует размещать на сетях противопожарного водопровода, предназначенных для подвода воды к системам водяного охлаждения.

Пожарные гидранты на сетях противопожарного водопровода необходимо предусматривать на расстоянии не более 80 м друг от друга. Радиус зоны обслуживания пожарного гидранта при расчетах следует принимать не более 200 м.

На сетях растворопроводов и противопожарного водопровода с рабочим давлением более 1 МПа следует предусматривать пожарные гидранты высокого

давления или гребенки для подключения и забора воды передвижной пожарной техникой, оборудованной центробежными насосами.

В состав гребенок для подключения и забора воды передвижной пожарной техникой (далее по тексту – гребенок) должны включаться:

- 2 патрубка Ду 80, оборудованные запорной арматурой, головками муфтовыми типа ГМ и головками заглушками типа ГЗ;
- напорный коллектор Ду 150, оснащенный сливным краном;
- сухотрубный трубопровод Ду 150 для подключения к сети противопожарного водопровода, оборудованный запорной арматурой.

При подземной прокладке противопожарного водопровода запорная арматура сухотрубного трубопровода устанавливается в колодце. Штурвал для ее открытия должен быть выведен на высоту 1,0 м над поверхностью колодца. Сухотрубный стояк гребенки в нижней точке должен быть оборудован сливным устройством.

Установка гребенок для забора рабочего раствора пенообразователя на кольцевых сетях заполненных растворопроводов производится равномерно по периметру резервуарных парков из расчета не менее 2-х на один резервуар. При этом количество патрубков на гребенках для забора рабочего раствора пенообразователя должно быть:

- два – для резервуаров объемом от 3000 м³ до 5000 м³;
- три – для резервуаров объемом от 10000 м³ до 30000 м³;
- четыре – для резервуаров объемом более 30000 м³.

Для гребенок, оборудованных 4-мя патрубками, необходимо предусматривать сухотрубный растворопровод и коллектор диаметром условного прохода 200 мм.

Открытие запорной арматуры, обеспечивающей подачу рабочего раствора пенообразователя из гребенки, осуществляется вручную в зависимости от места возникновения пожара. Использование данных гребенок при работе автоматической системы пенного тушения пожаров не допускается.

Пожарные гидранты и гребенки для забора воды и рабочего раствора пенообразователя необходимо устанавливать вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 2,5 м от края проезжей части, но не менее 5,0 м от стен зданий.

В местах размещения пожарных гидрантов и гребенок необходимо предусматривать площадки с твердым покрытием, так чтобы рядом с остановленным возле гидранта или гребенки пожарным автомобилем оставалась свободной для беспрепятственного проезда проезжая часть дороги шириной не менее 3-х метров.

Примечания:

– допускается предусматривать установку пожарных гидрантов на проезжей части дороги. При этом установка их на ответвлении от линии противопожарного водопровода не допускается.

– гребёнки на причальных комплексах должны устанавливаться таким образом, чтобы не уменьшать пожарный проезд.

5.6 Устройство колодцев

Колодцы (камеры) для размещения запорно-регулирующей арматуры, пожарных гидрантов, гребенок, дренажные колодцы, в которых устанавливаются пожарные гидранты и другое оборудование, должны быть герметичными и выполняться монолитными железобетонными или металлическими.

Колодцы должны монтироваться совместно с арматурой, трубопроводами и оборудованием, предусмотренным проектом и обеспечивающим их прочность при монтаже.

Прохождение труб в колодцах предусмотрено через гильзу с ребрами жесткости и сальниковым уплотнением.

В системах пожаротушения и противопожарного водоснабжения применяются:

– колодцы (камеры) для размещения запорной арматуры на водо-, пено-, растворопроводах;

– колодцы (камеры) для размещения пожарных гидрантов, установленные на трубопроводах системы противопожарного водоснабжения, и колодцы для пожарных гребенок с запорной арматурой, установленные на растворопроводах;

– дренажные колодцы с арматурой для слива воды или конденсата на участках трубопроводов (в том числе сухотрубов) системы пенотушения и водяного охлаждения резервуаров;

– дренажные колодцы для приема раствора, воды или конденсата из участков трубопроводов системы пенотушения и водяного охлаждения резервуаров.

Дренажные колодцы с арматурой для слива и дренажные колодцы для приема раствора, воды или конденсата должны быть соединены между собой трубопроводом с уклоном 0,001 (от колодца с арматурой).

При совместной прокладке трубопроводов допускается совмещать слив раствора и воды в один дренажный колодец для приема раствора, воды или конденсата из трубопроводов системы пенотушения и водяного охлаждения.

Объем дренажных колодцев для приема раствора, воды или конденсата из участков трубопроводов системы пенотушения и водяного охлаждения определяется исходя из наибольшего объема опорожняемого участка.

Сливное устройство устанавливается в колодце с арматурой в нижней части опорожняемого трубопровода. Диаметры выпусков и устройств для впуска воздуха должны обеспечивать опорожнение участков водо-, пено-, растворопроводов не более, чем за 2 ч.

При устройстве колодцев следует предусматривать их гидроизоляцию, а также заделку отверстий стен в местах прохождения трубопроводов, обеспечивающую водонепроницаемость ограждающих конструкций (гильзы, сальниковые уплотнения, «грунд-буксы»).

Трубопроводы и запорная арматура внутри колодца должна иметь защитное антикоррозионное защитное покрытие, при необходимости – теплоизоляцию в местах пересечения трубопровода зоны промерзания. В ПСД необходимо предусматривать гидравлические испытания колодцев в соответствии требований СНиП 3.05.04-85*.

При определении размеров колодцев минимальные расстояния от их внутренних поверхностей до поверхностей оборудования следует принимать исходя из условий обслуживания и замены оборудования, но не менее :

- от стен труб диаметром 400 мм и менее – 0,3 м;
 - от стен труб диаметром от 400 до 600 мм – 0,5 м;
 - от стен труб диаметром более 600 мм – 0,7 м;
 - от плоскости фланца при диаметре труб 400 мм и менее – 0,3 м;
 - от плоскости фланца при диаметре труб более 400 мм – 0,5 м;
 - от края раструба, обращенного к стене, при диаметре труб до 300 мм – 0,4 м;
 - от края раструба, обращенного к стене, при диаметре труб 300 мм и более – 0,5 м;
 - от низа трубы до дна при диаметре труб до 400 мм – 0,25 м;
 - от низа трубы до дна при диаметре труб от 400 до 600 мм – 0,3 м;
 - от низа трубы до дна при диаметре труб более 600 мм – 0,35 м;
 - от верха штока задвижки с выдвигаемым шпинделем – 0,3 м;
 - от маховика задвижки с не выдвигаемым шпинделем – 0,5 м.
- Высота рабочей части колодцев должна быть не менее 1,5 м.

Для обеспечения спуска в колодец обслуживающего персонала на горловине и стенках колодца следует предусматривать установку стальных скоб или металлических лестниц.

На проезжей части с усовершенствованными покрытиями крышки люков колодцев следует располагать на одном уровне с поверхностью проезжей части.

Крышки люков колодцев, размещаемые в незастроенной части территории объекта, должны располагаться на высоте не менее 0,2 м от уровня поверхности земли и должны быть утеплены.

Вокруг люков колодцев, размещаемых на застроенных территориях без дорожных покрытий, следует предусматривать отмостки шириной 0,5 м с уклоном от люков. На проезжей части с усовершенствованными покрытиями крышки люков должны быть на одном уровне с поверхностью проезжей части.

Крышки люков подземных колодцев должны быть утеплены, а для северных районов крышки должны быть двойными (расстояние между крышками должно обеспечивать укладку теплоизоляционного материала, но не менее 0,3 метра).

Глава 6. Системы хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя

6.1 Общие требования

Пенообразователи, используемые в системах пенного тушения пожаров, должны относиться к классу быстроразлагаемых или умеренноразлагаемых по ГОСТ Р 50595 и соответствовать требованиям ГОСТ Р 50588, НПБ 203, НПБ 304.

При проектировании систем пенного тушения пожаров с использованием морской воды должен предусматриваться специальный пенообразователь, относящийся к классу пенообразователей для получения огнетушащей пены с использованием морской воды в соответствии с НПБ-304.

Пенообразователи, применяемые в системах пенного тушения пожаров, должны сопровождаться документацией, удостоверяющей их качество, соответствовать условиям применения, спецификации проекта, иметь сертификат пожарной безопасности и санитарно-гигиенический сертификат.

6.2 Пункты хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя

Пункты хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя подразделяются на:

- пункты приготовления рабочего раствора пенообразователя, расположенные в помещениях насосных станций пожаротушения или в отдельных зданиях или сооружениях у защищаемых объектов;
- пункты хранения нормативного запаса пенообразователя, расположенные на территории объекта.

Пункты приготовления рабочего раствора пенообразователя, расположенные на территории объекта в отдельных сооружениях, должны быть на расстоянии не менее 40 м от защищаемых объектов.

Температура воздуха в пунктах хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя должна быть от 5 до 35°C, относительная влажность воздуха – не более 80% при 25°C.

На напорном коллекторе баков-дозаторов необходимо предусматривать узел для проверки работоспособности данного оборудования. Пропускная способность узла должна быть не менее максимального расхода раствора пенооб-

разователя, предусмотренного проектом для одного бака-дозатора. Узел должен состоять из:

- растворопровода, оборудованного ручной задвижкой внутри пункта приготовления рабочего раствора пенообразователя (положение в период эксплуатации «Закрывается» и опломбирована);

- присоединительных пожарных головок типа ГМ и головок заглушек типа ГЗ, выведенных наружу здания;

- ручных задвижек, установленных снаружи здания перед каждой соединительной пожарной головкой.

В пунктах приготовления рабочего раствора пенообразователя необходимо предусматривать насосные агрегаты, предназначенные для перемешивания рабочего раствора пенообразователя в кольцевых сетях заполненных растворопроводов, которые должны обеспечивать:

- перемещение раствора пенообразователя по кольцевым сетям за счет подбора соответствующих Q-H характеристик;

- скорость движения раствора пенообразователя по кольцевым сетям не менее 0,05 м/с;

- время работы, достаточное для 1,2 (не менее) полного цикла движения раствора пенообразователя по кольцевым сетям.

Для организации работ по поддержанию огнетушащей способности рабочего раствора пенообразователя при его хранении в растворопроводах на напорном коллекторе баков-дозаторов необходимо предусматривать узел для подачи в систему концентрата пенообразователя.

Для помещений пунктов хранения нормативного запаса пенообразователя должны предусматриваться технические средства, обеспечивающие, в случае необходимости, оперативную заправку емкостей передвижной пожарной техники, а именно:

- насосные агрегаты, обеспечивающие забор пенообразователя из емкостей и его подачу с расходом не менее 5 л/с;

- сухотрубный трубопровод из коррозионностойкого материала с диаметром условного прохода не менее 80 мм, выведенный наружу и оборудованный не менее чем 2-мя соединительными пожарными головками;

- подъемно-транспортные механизмы для перемещения емкостей с пенообразователем.

Для отвода воды из предохранительного клапана бака-дозатора необходимо предусматривать дренажный трубопровод, подсоединенный к сборному

коллектору. Отвод воды из сборного коллектора предусматривается в дренажный лоток или в систему промканализации.

В пунктах приготовления рабочего раствора пенообразователя, расположенных в отдельных сооружениях или помещениях, на видном месте должна быть вывешена принципиальная локальная схема системы пенного тушения пожаров, в состав которой входит данное сооружение, где в соответствии с общей схемой СПП пронумерованы управляемая запорная арматура и баки-дозаторы.

6.3 Оборудование для хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя

Фторсодержащий пленкообразующий пенообразователь должен находиться в пунктах хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя в концентрированном виде.

Приготовление рабочего раствора пенообразователя осуществляется путем дозирования пенообразователя стационарными баками-дозаторами с внутренней эластичной емкостью, позволяющими осуществлять автономное регулирование подачи концентрата пенообразователя в поток воды с обеспечением требуемой концентрации.

Количество баков-дозаторов принимается на основании расчетов количества пенообразователя для тушения возможного пожара и должно быть не менее двух-одного типоразмерного ряда.

Конструкция баков-дозаторов должна предусматривать возможность автоматизированного контроля уровня, расхода концентрата пенообразователя из внутренних эластичных емкостей.

Нормативный запас пенообразователя должен содержаться в емкостях фирмы-поставщика.

В целях исключения обратного потока концентрата пенообразователя в противопожарный водопровод до и после баков-дозаторов необходимо предусматривать установку запорной арматуры с электроприводом и обратный клапан между напорным коллектором растворопровода и баком-дозатором.

Глава 7. Насосные станции пожаротушения

7.1. Общие требования

Насосная станция пожаротушения, совмещенная с мембранными емкостями, должна представлять собой одноэтажное отапливаемое здание со стенами из монолитного железобетона. Здание должно иметь прямоугольную в плане форму. Высота до низа стропильных конструкций – 6,6 м. Высоту зданий насосных станций пожаротушения следует выбирать без необходимости эвакуации крупногабаритного оборудования мостовым краном.

Конструкции ферм и связей необходимо выполнять из стальных прокатных профилей покрытых огнезащитным составом, кровлю – из комплексных панелей, которые должны иметь сертификат пожарной безопасности, с пределом огнестойкости не менее RE30.

Здания насосных станций пожаротушения должны иметь не менее двух отдельных выходов наружу.

Помещение насосной станции должно быть отделено от других помещений противопожарными перегородками и перекрытиями с пределом огнестойкости REI 45. Температура воздуха в помещении насосной станции пожаротушения должна быть от 5 до 35°С, относительная влажность воздуха – не более 80 % при 25 ° С. Рабочее и аварийное освещение следует принимать согласно СНиП 23-05-95.

Помещение станции должно быть оборудовано телефонной связью с операторной АСУ ПТ.

У входа в помещение станции должно быть световое табло “Насосная станция пожаротушения”.

В помещении станции на видном месте должна быть вывешена общая схема системы пенного тушения пожаров и водяного охлаждения, на которой пронумерованы пожарные насосные агрегаты, баки-дозаторы и управляемая запорная арматура.

Предел огнестойкости стальных строительных конструкций зданий насосных должен соответствовать СНиП 21-01-97*. Для обеспечения нормативных пределов огнестойкости стальные конструкции зданий должны иметь огнезащитное покрытие в соответствии со СНиП 21-01-97*.

Огнезащитные составы должны быть утверждены и согласованы в установленном порядке, должны иметь техническую документацию на их произ-

водство и применение, а также сертификат пожарной безопасности и соответствовать требованиям НПБ 236-97.

Проектирование и производство работ по огнезащите конструкций должны осуществляться организациями, имеющими лицензию на данный вид деятельности.

Применение средств огнезащиты должно осуществляться в соответствии с технической документацией и проектом, разработанным, согласованным и утвержденным в порядке, установленном СНиП 11-01-95.

Применяемые огнезащитные покрытия должны соответствовать требованиям промышленной эстетики. Для их защиты от воздействия агрессивных сред должны быть использованы покрывные материалы.

Контроль качества толщины нанесенного сухого покрытия определяется неразрушающим методом (индукционными толщиномерами).

Гарантийный срок эксплуатации огнезащитного покрытия должен составлять не менее 10 лет.

7.2 Пожарные насосные агрегаты

Выбор типа насосных агрегатов следует производить на основании расчетов совместной работы насосов и сетей противопожарных водоводов и раствороводов с учетом очередности ввода в действие и плана перспективного развития объектов.

Насосные агрегаты необходимо устанавливать по группам:

– для подачи воды, предназначенной для получения рабочего раствора пенообразователя;

– для подачи воды в сети противопожарного водопровода, предусматриваемых для систем водяного охлаждения, водяных завес и наружного пожаротушения.

В насосных станциях пожаротушения для каждой группы насосов должно предусматриваться не менее одного резервного агрегата.

При выборе типа насосных агрегатов следует обеспечивать минимальную величину избыточных напоров, развиваемых насосами при всех режимах работы, за счет подбора числа и типов насосов; использования линий «байпаса», соединяющих напорный и всасывающий коллектор; регулирования числа оборотов.

7.3 Оборудование, арматура и трубопроводы

В здании насосной станции пожаротушения следует размещать следующее основное оборудование:

- основные и резервные насосные агрегаты для подачи воды;
- насосные агрегаты для перемешивания раствора пенообразователя в сети заполненных растворопроводов (при наличии баков-дозаторов и заполненных кольцевых сетей растворопроводов);
- баки-дозаторы для хранения и приготовления рабочего раствора пенообразователя, за исключением баков-дозаторов, установка которых предусматривается у защищаемых объектов;
- управляемую запорную арматуру с электроприводом;
- устройства местного пуска насосных агрегатов и другого управляемого оборудования.

Применение пневматического, гидравлического или электромагнитного приводов для оборудования, управляемого средствами автоматизации, не допускается.

Для забора воды из резервуаров для хранения противопожарного запаса отметку оси насосов следует определять из условия установки корпусов насосов под заливом при минимальном уровне воды.

Количество всасывающих линий водоводов к насосной станции пожаротушения (независимо от числа групп и насосных агрегатов) должно быть не менее двух, с учетом того, что при выключении одной линии остальные должны быть рассчитаны на пропуск диктующего расхода воды для насосных агрегатов.

Количество напорных линий для сети противопожарного водопровода и сети растворопроводов следует предусматривать не менее двух.

Трубопроводы в насосных станциях пожаротушения следует укладывать над поверхностью пола (на опорах или кронштейнах) с устройством мостиков над трубопроводами и обеспечением подхода и обслуживания оборудования и арматуры. Укладка трубопроводов в каналах не допускается.

Переход трубопроводов на участках между коллекторами насосов и баков-дозаторов предусматривается над поверхностью пола «П»-образным для обеспечения прохода персонала.

Всасывающие и напорные коллекторы с запорной арматурой следует располагать в здании насосной станции.

Трубопроводы в насосных станциях, а также всасывающие линии за пределами машинного зала следует выполнять из стальных труб на сварке с применением фланцев для присоединения к арматуре и насосам.

Размещение запорной арматуры на всасывающих и напорных трубопроводах должно обеспечивать возможность замены или ремонта любого из насосов, баков-дозаторов, обратных клапанов и основной запорной арматуры, а также возможность проверки характеристики оборудования без нарушения требований по обеспеченности подачи воды или рабочего раствора пенообразователя.

Напорная линия каждого насоса должна быть оборудована запорной арматурой и обратным клапаном, устанавливаемым между насосом и запорной арматурой.

На напорном коллекторе водо-, растворопроводов (после баков дозаторов) необходимо предусматривать установку технических устройств, обеспечивающих автоматический контроль давления в наружных сетях с выводом предупреждающих сигналов (звукового и на дисплее АРМ) о падении или повышении давления относительно установленных пределов.

На всасывающей линии запорная арматура должна устанавливаться перед насосом на ответвлении от общего всасывающего коллектора.

Задвижки, устанавливаемые на трубопроводах, наполняющих емкости для хранения противопожарного запаса воды, следует размещать в помещении насосной станции или в сооружениях при резервуарах. Диаметр труб, фасонных частей, арматуры для всасывающих и напорных трубопроводов необходимо принимать исходя из скоростей движения воды и раствора пенообразователя в пределах, указанных в таблице 25.

Таблица 25

Скорости движения воды в трубопроводах насосных станций
в зависимости от диаметра труб

Диаметр труб, мм	Скорости движения воды в трубопроводах насосных станций, м/с	
	всасывающие трубопроводы	напорные трубопроводы
До 250	0,6...1	0,8...2
Свыше 250	0,8...1,5	1...3

Всасывающий трубопровод, как правило, должен иметь непрерывный подъем к насосу не менее 0,005. В местах изменения диаметров трубопроводов следует применять эксцентрические переходы.

Для отвода утечек воды из сальникового уплотнения пожарных насосов необходимо предусматривать дренажный трубопровод с отводом воды в дренажный лоток или в систему промканализации.

Полы и каналы машинного зала, помещения с мембранными емкостями следует проектировать с уклоном к сборному лотку, который ведет к сборному приямку. При невозможности самотечного отвода воды из приямка следует предусматривать дренажные насосы.

На фундаментах под насосы следует предусматривать бортики, желобки и трубки для отвода воды, закрытые металлической решеткой.

Насосные станции размером машинного зала 6х9 м и более должны оборудоваться внутренним противопожарным водопроводом с расходом воды 2,5 л/с и первичными средствами пожаротушения в соответствии с правилами пожарной безопасности.

При определении площади производственных помещений в насосных станциях пожаротушения ширину проходов следует принимать не менее:

- между насосами или электродвигателями – 1 м;
- между насосами или электродвигателями и стеной в заглубленных помещениях – 0,7 м, в других – 1 м. При этом ширина прохода со стороны электродвигателя должна быть достаточной для демонтажа ротора;
- между неподвижными выступающими частями оборудования – 0,7 м;
- перед распределительным электрическим щитом – 2 м.

Проходы вокруг оборудования, регламентированные заводом-изготовителем, следует принимать по паспортным данным.

Для агрегатов с диаметром нагнетательного патрубка до 100 мм включительно допускается установка агрегатов у стены или на кронштейнах, а также установка двух агрегатов на одном фундаменте при условии соблюдения расстояний между выступающими частями агрегатов не менее 0,25 м с обеспечением вокруг сдвоенной установки проходов шириной не менее 0,7 м.

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации оборудования, арматуры и системы трубопроводов и проведения монтажных работ в помещениях насосных станций пожаротушения следует предусматривать установку подъемно-транспортного оборудования следующих типов:

- при массе грузов до 5,0 т – предусматривается установка ручной тали или подвесной ручной кран-балки;
- при массе груза более 5,0 т – кран мостовой ручной.

Грузоподъемность кранового оборудования следует определять исходя из максимальной массы перемещаемого груза или оборудования с учетом требований завода-изготовителя к оборудованию и условиям его транспортирования.

В помещениях насосных станций пожаротушения с крановым оборудованием следует предусматривать устройство монтажной площадки. При этом доставка оборудования и арматуры на монтажную площадку должна осуществляться транспортными средствами через распашные ворота.

Определение высоты помещений насосных станций пожаротушения от уровня монтажной площадки до низа балок перекрытий, имеющих подъемно-транспортное оборудование, и установку кранов надлежит производить в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов». Для снижения проектной высоты насосных станций пожаротушения возможность перемещения баков-дозаторов над другим оборудованием предусматривать не следует.

Размеры ворот или дверей в насосной станции пожаротушения следует принимать исходя из габаритов оборудования или транспортного средства с грузом.

Для обеспечения возможности перехода через сети трубопроводов, размещенных в насосной станции пожаротушения необходимо предусматривать устройство переходных лестничных маршей шириной не менее 0,8 м.

В помещении насосной станции для подключения установки пожаротушения к передвижной пожарной технике на напорном коллекторе следует предусматривать трубопроводы с выведенными наружу патрубками, оборудованными соединительными головками и запорно-регулирующей арматурой.

Глава 8. Емкости для хранения противопожарного запаса воды

8.1 Общие требования

Емкости для хранения противопожарного запаса воды подразделяют на:

– резервуары противопожарного запаса воды для систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения, устанавливаемые у насосных станций пожаротушения;

– естественные водоисточники, обеспечивающие требуемые объемы и параметры забора и подачи воды для целей пожаротушения.

В качестве емкостей для хранения противопожарного запаса воды могут предусматриваться другие водоисточники, в которых обеспечиваются: постоянное хранение требуемых объемов воды, условия для забора воды стационарными насосными агрегатами и передвижной пожарной техникой, а также другие требования, указанные в данном разделе пособия.

Хранение противопожарного запаса воды в резервуарах для систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения следует предусматривать в случаях, когда получение необходимого количества воды из естественного водоисточника технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Для автоматических и стационарных систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения следует применять следующие типы резервуаров противопожарного запаса воды:

– для объектов с резервуарным парком – резервуары вертикальные стальные;

– для объектов без резервуарного парка – резервуары горизонтальные в надземном исполнении.

Количество резервуаров противопожарного запаса воды для систем пенного тушения пожаров и водяного охлаждения должно быть не менее 2-х. При хранении противопожарного запаса воды в 2-х резервуарах в каждом из них должно храниться не менее 50% расчетного объема воды.

В районах с сейсмичностью 8 баллов и выше объем противопожарного запаса воды следует принимать в два раза больше расчетного.

Источники водоснабжения, водозаборные сооружения и установки водоподготовки (при наличии), используемые для восстановления противопожарного запаса воды или непосредственно для забора воды насосными агрегатами систем тушения пожаров и водяного охлаждения, должны:

- предусматривать забор и подачу требуемого расхода воды;
- предусматривать защиту резервуаров противопожарного запаса воды и наружных сетей от биологических обрастаний и от попадания в нее наносов, сора, планктона, шугольда и др.;

- не допускать содержание в воде примесей нефти и нефтепродуктов с концентрацией более чем 0,1 мг/л.

Для стальных резервуаров противопожарного запаса воды в ПСД необходимо предусматривать следующие методы физического контроля сварных соединений:

- рентгенографический метод – для контроля стыковых сварных швов стенки и стыковых швов окраек днищ в зоне сопряжения со стенкой резервуара;

- ультразвуковая дефектоскопия – для выявления внутренних дефектов (трещин, непроваров, шлаковых включений, газовых пор);

- контроль при гидравлических испытаниях – для определения мест течи и отпотины.

Резервуары противопожарного запаса воды следует размещать в непосредственной близости от насосной станции пожаротушения с учетом кавитационных характеристик насосных агрегатов.

При наличии открытых естественных водоисточников (реки, каналы, озера, водохранилища, моря) на территории объекта или расположенных в непосредственной близости к объекту, необходимо предусматривать пожарные пирсы с площадками размером не менее 12х12 м и с устройством подъездов для возможности забора воды передвижной пожарной техникой, в т.ч. в условиях отрицательных температур при образовании льда.

8.2 Устройство и оборудование резервуаров хранения противопожарного запаса воды

Для поддержания температуры воды в диапазоне от +5°C до +35°C резервуары противопожарного запаса следует оборудовать теплоизоляцией и (или) подогревом с применением теплоспутника. Внутренние металлические конструкции резервуаров должны иметь антикоррозионное покрытие.

Оборудование резервуаров противопожарного запаса воды должно обеспечивать возможность независимого использования и опорожнения каждого резервуара. Запорно-регулирующая арматура должна располагаться в специальном помещении при резервуаре.

Резервуар противопожарного запаса воды необходимо оборудовать:

- подводящим трубопроводом для восстановления запасов воды после пожара;
- отводящим трубопроводом для обеспечения подачи воды к всасывающему коллектору насосных агрегатов;
- спускным трубопроводом для опорожнения резервуара в период регламентных работ по техническому обслуживанию и ремонта;
- переливным устройством;
- вентиляционным устройством;
- световыми люками диаметром 300 мм;
- люками-лазами для прохода людей и транспортирования оборудования;
- средствами контроля уровня и температуры воды;
- устройством для отбора воды передвижной пожарной техникой.

На конце подводящего трубопровода следует предусматривать диффузор с горизонтальной кромкой, верх которой должен располагаться на 50 -100 мм выше максимального уровня воды.

Для увеличения полезной емкости резервуара противопожарного запаса воды проектом необходимо предусматривать установку на отводящем трубопроводе приемо-раздаточного устройства для стальных вертикальных резервуаров типа РВС ПРУ.

Переливное устройство должно быть рассчитано на расход, равный максимальной подаче при восстановлении противопожарного запаса воды. Слой воды на кромке переливного устройства должен быть не более 100 мм.

Спускные и переливные трубопроводы следует присоединять (без подтопления их концов) к канализации любого назначения с разрывом струи или к открытой канаве. При присоединении переливного трубопровода к открытой канаве необходимо предусматривать установку на конце трубопровода решетки с диаметром ячейки 10 мм.

При невозможности или нецелесообразности сброса воды по спускному трубопроводу самотеком следует предусматривать колодец для откачки воды передвижными средствами.

Впуск и выпуск воздуха при изменении положения уровня воды, а также обмен воздуха в резервуарах надлежит предусматривать через вентиляционные устройства, исключаяющие возможность образования вакуума, превышающего 80 мм. вод. ст. Люки-лазы должны располагаться вблизи от концов подводящего, отводящего и переливного трубопроводов.

Для резервуаров противопожарного запаса воды на отводящем трубопроводе следует предусматривать устройство для отбора расчетного количества воды на тушение пожара передвижной пожарной техникой. Данное устройство должно быть рассчитано на работу не менее 2-х единиц передвижной пожарной техники, оборудованных центробежными пожарными насосами, соответствующими НПБ 176-98.

Проектирование резервуаров противопожарного запаса воды необходимо осуществлять в соответствии с типовыми проектными решениями, отражающими основные технические решения по устройству и оборудованию данных резервуаров.

Резервуары объемом 1000 м³ и более оборудуются специальными помещениями для размещения запорной арматуры. Указанные помещения должны иметь рабочее освещение, отопление и вентиляцию, обеспечивающую поддержание нормальных условий в помещении.

Стенка резервуара, выходящая в указанное помещение, должна иметь теплоизоляцию, аналогичную с наружной стороной стенки резервуара.

Глава 9. Требования безопасности охраны окружающей среды

Требования безопасности к системам тушения пожаров должны выполняться в соответствии с ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.3.046, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.037, ГОСТ 12.4.009, ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 27990, НПБ 203, НПБ 304, техническими условиями и инструкциями по эксплуатации на используемое противопожарное и другое технологическое оборудование.

Проектные инженерно-технические решения должны соответствовать требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм и правил, действующих на территории Российской Федерации и обеспечивать возможность безопасной для жизни и здоровья людей эксплуатации систем тушения пожаров.

Противопожарное и другое технологическое оборудование систем тушения пожаров должно:

- соответствовать принятым по проекту расчетным и рабочим давлениям огнетушащих веществ;
- не вызывать гидравлического удара при пуске и в рабочем режиме в пределах, опасных для обслуживающего персонала;
- быть установлено в безопасных местах, удобных для обслуживания.

Работы по техническому обслуживанию систем тушения пожаров должны выполняться с соблюдением требований безопасности, установленных в эксплуатационной документации.

В процессе эксплуатации запрещается:

- использование трубопроводов систем тушения пожаров для подвески или крепления какого-либо оборудования;
- присоединение к трубопроводам систем тушения пожаров производственного оборудования и санитарных приборов.

Ключи от помещений насосной станции пожаротушения и пунктов приготовления рабочего раствора пенообразователя, сооружений для запорной арматуры с электроприводом должны находиться в операторной (диспетчерской) у персонала, ведущего круглосуточное дежурство, о чем при входе в помещения должна быть соответствующая информация. Данные помещения должны быть постоянно закрыты.

Используемый пенообразователь по степени воздействия на организм человека не должен превышать III класс опасности по ГОСТ 12.1.007. При проведении испытаний и техническом обслуживании следует предохранять органы зрения от попадания пенообразователя или его раствора.

Технические решения, предусматриваемые для систем пенного тушения пожаров, должны исключать возможность попадания концентрата и рабочего раствора пенообразователя в сети водопроводов питьевого и производственного назначения.

При эксплуатации, техническом обслуживании, испытании и ремонте СПП должны обеспечиваться следующие требования в части охраны окружающей среды:

- при работе с пенообразователями необходимо применять индивидуальные средства защиты по ГОСТ 12.4.011, чтобы исключить возможность попадания состава на кожные покровы, слизистую оболочку глаз и в желудочно-кишечный тракт. В качестве защитных приспособлений для обслуживающего персонала должны предусматриваться индивидуальные средства защиты органов дыхания, кожных покровов и головы;

- при работе с пенообразователем должны предусматриваться меры, исключающие его пролив;

- в процессе использования пенообразователей должны предусматриваться меры, исключающие возможность образования вторичных опасных соединений;

- сброс в производственные сточные воды быстроразлагаемых и умеренноразлагаемых пенообразователей разрешается при разбавлении их водой до предельно допустимой концентрации поверхностно-активного вещества, равной 20 мг/л;

- не допускается слив остатков пенообразователей при промывке пенных коммуникаций, пеносмесителей, оборудования, емкостей для хранения в водоемы хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

К работе с системами тушения пожаров должны допускаться лица, прошедшие специальный инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе по ГОСТ 12.0.004.

Лицам, работающим с пенообразователями, необходимо соблюдать меры личной гигиены перед приемом пищи, курением и после окончания работ.

В местах проведения испытаний должны быть установлены предупреждающие знаки «Осторожно! Прочие опасности» по ГОСТ 12.4.026 и поясняющая надпись «Идут испытания», а на рабочих местах испытателей – вывешены инструкции и правила безопасности.

Запрещается проводить испытания, техническое обслуживание, ремонт оборудования систем тушения пожаров при осуществлении технологических операций в защищаемых объектах.

Производство огневых, газоопасных и других работ повышенной опасности при монтаже автоматических и стационарных систем пожаротушения, систем водяного охлаждения резервуаров, должно быть организовано в соответствии с нормативно-техническими документами.

Библиографический список

1. РД 19.00-74.20.11-КТН-004-1-05. Нормы проектирования автоматических систем пожаротушения на объектах ОАО «АК «Транснефть» [Текст]. – М.: ОАО «Гипротрубопровод», 2005. – 193 с.
2. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст] / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1996. – 240 с.
3. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды [Текст]. – Введ. 01.01.1971. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 37 с.
4. ГОСТ 17376-2001. Детали трубопроводов бесшовные приварные из углеродистой и низколегированной стали. Тройники. Конструкция [Текст]: взамен ГОСТ 17376-83: введ. 01.01.2003. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 27 с.
5. ГОСТ Р 51164-98. Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии [Текст]. – Введ. 01.07.1999. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 34 с.
6. СНиП II-89-80. Генеральные планы промышленных предприятий [Текст] / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1994. – 64 с.
7. СНиП 3.05.04-85. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации [Текст] / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1990. – 29 с.
8. ГОСТ Р 50595-93. Вещества поверхностно-активные. Метод определения биоразлагаемости в водной среде [Текст]. – Введ. 01.01.1995. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 34 с.
9. ГОСТ Р 50588-93. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний [Текст]. – Введ. 01.07.1994. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 26 с.
10. НПБ 203-98. Пенообразователи для подслоного тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Общие технические требования. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 01.04.1998. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 14 с.
11. НПБ 304-2001. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний [Текст]. – Введ. 01.01.2002. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 19 с.

12. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Текст] / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2002. – 33 с.
13. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение [Текст] / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 21 с.
14. НПБ 236-97. Огнезащитные составы для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности [Текст]. – Введ.01.06.1997. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 19 с.
15. НПБ 176-98. Техника пожарная. Насосы центробежные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний [Текст]. – Введ.01.11.1998. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 24 с.
16. ГОСТ 12.1.019-80. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [Текст]. – Введ.01.07.1980. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 15 с.
17. ГОСТ 12.3.046-91. Система стандартов безопасности труда. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования [Текст]. – Введ.01.01.1993. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 9 с.
18. ГОСТ 12.2.037-78. Система стандартов безопасности труда. Техника пожарная. Требования безопасности [Текст]. – Введ.01.01.1980. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 15 с.
19. ГОСТ 12.4.009-83. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание [Текст]: – взамен ГОСТ 12.4.009-75: введ.01.01.1985. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 11 с.
20. ГОСТ 27990-88. Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Общие технические требования [Текст]. – Введ.01.07.1990. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 12 с.
21. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Текст]. – Введ.01.01.1977. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 8 с.
22. ГОСТ 12.4.026-76. Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная [Текст]: взамен ГОСТ 15548-70: введ.01.01.1978 до 01.01.2003. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 16 с.

Учебное издание

Александр Викторович Сальников
Елена Владимировна Нор

Проектирование систем пожаротушения нефтеперекачивающих станций (НПС)

Учебное пособие

Редактор Л.А. Кокшарова
Технический редактор Л.П. Коровкина

План 2008 г. Позиция 24. Подписано в печать 30.12.2008 г.
Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Усл. печ. 7,6. Уч.-изд. л. 7,4. Тираж 120 экз. Заказ № 226.

Ухтинский государственный технический университет.
169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.
Отдел оперативной полиграфии УГТУ.
169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, д. 13.